

A HABITAÇÃO INDUSTRIAL DO SÉCULO XX: o módulo enquanto ferramenta racional arquitetónica

Nuno Miguel Cruz Azevedo
Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitetura | FAUP | 2015/2016
Orientação: Arq. André Miguel Guimarães dos Santos



AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e ao meu irmão, pelo modelo que representam na minha vida e pelo apoio incondicional demonstrado ao longo deste longo e custoso percurso académico.

À minha restante família, sem esquecer a memória das minhas avós a quem presto o meu especial e eterno agradecimento.

À minha namorada pela compreensão demonstrada e pelo apoio decisivo na conclusão desta etapa.

Aos meus amigos e colegas pela contribuição direta ou indireta, na elaboração do trabalho.

À Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, em especial aos docentes que me lecionaram ao longo destes anos, pela minha formação académica.

Ao Arq. André Miguel Guimarães dos Santos pela orientação e pelo apoio científico prestado.

RESUMO

Tendo como referência o módulo enquanto instrumento racional usado na materialização de conceitos arquitetónicos e construtivos, serve a presente dissertação para contextualizar o percurso feito por este instrumento, com maior incidência a partir da Revolução Industrial.

As potencialidades do módulo, por vezes subtilmente manifestadas no projeto arquitetónico, podem assumir várias configurações, todas elas com o objetivo de alcançar uma simplificação de processos usados na construção de estruturas, orientadas para a resposta massificada a diferentes necessidades sociais. Atingir a essência deste instrumento racional é reconhecer o ponto ideal do equilíbrio possível entre a repetição e a exceção de uma norma, entre a tipificação e a diversidade arquitetónica de um determinado sistema.

Focado num estudo da estruturação modular, integrada sobretudo em contexto habitacional plurifamiliar, o teor da dissertação situa-se na discussão dos aspetos que são tidos em conta num processo de prefabricação de elementos industrializados e também artesanais. A pertinência do módulo na produção industrial é fundamentada com alguns exemplos práticos e teóricos que serviram de modelo para a arquitetura do século XX. Entre esses exemplos vigoram obras de arquitetos, dos quais podemos destacar Le Corbusier; Walter Gropius; J.P. Oud; Charles e Ray Eames; Mies Van der Rohe e Hans Schmidt.

O projeto de habitação social do arquiteto português Álvaro Siza para o bairro da Malagueira em Évora, é um caso de estudo que pretende levantar questões essenciais de modo a compreender

o papel do módulo ou, se quisermos, o impacto da racionalização de processos num contexto muito particular da sociedade portuguesa. A participação comunitária durante a execução do projeto; garantias de flexibilidade e diversidade nos módulos de habitação; as vicissitudes do SAAL; a linguagem vernacular da arquitetura alentejana; a compatibilidade com o processo de produção artesanal; a natureza austera da habitação social; a adaptabilidade às contingências de uma região árida sustentada por aquedutos; são algumas das questões enfrentadas por Álvaro Siza, das quais resultaram soluções que tiveram na sua génese a composição modular em diferentes aspetos: construtivo; estrutural; visual; estético e arquitetónico.

Palavras-chave: Módulo, coordenação modular, habitação plurifamiliar, prefabricação, produção industrial, standardização e flexibilidade.

ABSTRACT

With reference to the module as a rational instrument used in the materialization of architectural and construction concepts, this dissertation is to contextualize the route taken by this instrument, in particular since the Industrial Revolution.

The module capabilities, which are sometimes subtly manifested in the architectural project, can assume various configurations, all of them with the purpose of achieving a simplification of procedures used in the construction of structures focused to the mass response of different social needs. Reaching the essence of this rational instrument is to recognize the ideal point of the possible balance between the repetition and the exception of a standard, between the architectural typification and diversity of a certain system.

Focused on a study of the modular structuring, integrated mainly in multifamily housing context, the content of this dissertation is located in the discussion of aspects that are taken into account in a prefabrication process of industrialized and also handmade elements. The relevance of the module in industrial production is grounded with some practical and theoretical examples that served as a model for the architecture of the twentieth century. Among these examples stand out works of architects, of which we can highlight Le Corbusier; Walter Gropius; J.P. Oud; Charles e Ray Eames; Mies Van der Rohe e Hans Schmidt.

The social housing project of the Portuguese architect Álvaro Siza for the neighborhood of Malagueira in Évora, is a case study that intends to raise key issues in order to understand the role of the

module, or if you prefer, the impact of streamlined processes in a very particular context of Portuguese society. Community participation during project implementation; guarantee of flexibility and diversity in housing modules; the SAAL's vicissitudes; the vernacular language of the Alentejo architecture; the compatibility with the handmade production process; the austere nature of social housing; the adaptability to contingencies of an arid region supported by aqueducts; these are some of the subjects faced by Álvaro Siza, from which resulted solutions that had in its genesis the modular composition in different aspects: constructive; structural; visual; aesthetic and architectural.

Keywords: Module, modular coordination, multi-family residential, prefabrication, industrial production, standardization and flexibility.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT	v
 INTRODUÇÃO.....	 1
OBJETIVOS	1
ESTRUTURA.....	2
METODOLOGIA.....	4
 PARTE I_NOÇÕES HISTÓRICAS E CONCEPTUAIS	
I.I. NOÇÕES PRELIMINARES	6
I.I.I. Industrialização	6
I.I.II. Estandardização	10
I.I.III. Prefabricação	13
I.I.IV. O módulo e a coordenação modular	16
 I.II. EXEMPLOS PRÁTICOS DA APLICAÇÃO DO MÓDULO NA ARQUITETURA	23
I.II.I. Sociedades primitivas	23
I.II.II. Arquitetura clássica.....	27
I.II.III. Arquitetura gótica.....	32
I.II.IV. Arquitetura pombalina	33
I.II.V. Conclusões	35
 PARTE II_CONSEQUÊNCIAS DA INDUSTRIALIZAÇÃO E TRANSFORMAÇÕES NA HABITAÇÃO	
II.I. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO: A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL (SÉC. XVIII e XIX)	38
II.I.I. Contexto histórico-cultural europeu: <i>precedentes vitruvianos</i> ; a Revolução Industrial e o crescimento dos centros urbanos.....	38
II.I.II. Arquitetura do ferro e do vidro	42
II.I.III. O ecletismo da arquitetura norte-americana	44
II.I.IV. Modelos utópicos de cidades racionais	45

II.II. A INDUSTRIALIZAÇÃO DA HABITAÇÃO DO SÉC. XX: AS EXPERIÊNCIAS DOS PÓS-GUERRAS.....	47
II.II.I. As condicionantes da mudança de século	47
II.II.II. O primeiro pós-guerra e o Movimento Moderno	51
II.II.III. O segundo pós-guerra.....	58
II.II.III.I. O liberalismo norte-americano.....	64
II.II.III.II. Habitação tradicional japonesa	69
 PARTE III_ O MÓDULO: FERRAMENTA RACIONAL NA ARQUITETURA	
III.I. APLICAÇÃO RACIONAL DO MÓDULO NO PROGRAMA HABITACIONAL	73
III.I.I. A racionalidade das dimensões modulares	73
III.I.II. Processos de produção: industrial e artesanal	75
III.I.III. Dois tipos de coordenação racional	77
III.I.IV. O duplo sentido do módulo	78
III.I.V. Soluções modulares	81
 III.II. CASO DE ESTUDO: O BAIRRO DA MALAGUEIRA EM ÉVORA.....	85
III.II.I. Contexto sociopolítico europeu nos pós-guerras: o socialismo e o liberalismo	85
III.II.II. Contexto português: o SAAL; Álvaro Siza e o bairro da Malagueira	86
III.II.III. O módulo estrutural	89
III.II.IV. Diversidade modular	91
III.II.V. Evolução tipológica	92
III.II.VI. Composição modular dos alçados	95
III.II.VII. O módulo construtivo	97
 CONCLUSÃO.....	99
 BIBLIOGRAFIA	103
PUBLICAÇÕES.....	103
TRABALHOS ACADÉMICOS.....	105
REFERÊNCIAS DIGITAIS	105
 CRÉDITOS DAS FIGURAS	107

*INTRODUÇÃO***OBJETIVOS**

Esta dissertação objetiva-se nas capacidades e possibilidades que a revolução industrial impulsionou no contexto habitacional - nos séculos XIX e XX – inserindo-se, a partir daí, num domínio de estudo mais crítico sobre as competências do módulo enquanto elemento racional do projeto arquitetónico. De referir que o processo seletivo dos exemplos práticos e teóricos incluídos no trabalho, foi feito criteriosamente de modo a valorizar a concisão em detrimento da exaustão da linha argumentativa pretendida.

Focando-se em aspetos relevantes que foram incutidos na arquitetura desde os meados do século XIX, entre eles a prefabricação e a standardização, a dissertação visa uma análise factual às dificuldades de afirmação de um sistema estético e compositivo clássico (sistema modular). Em contraponto, tenciona ser uma investigação às alternativas recorrentes à construção convencional, seja através da racionalização, da sistematização e/ou da repetição em série. Perceber a influência da industrialização, é compreender o período de maior evolução na história da habitação, não só em termos construtivos mas igualmente em termos conceptuais, e como tal é descortinar uma realidade que mudou o rumo da arquitetura e que ainda se mantém nos dias de hoje.

O caso de estudo discutido na última parte do trabalho, pretende reforçar o papel do módulo nas várias vertentes do projeto. A predileção pelo bairro da Malagueira não advém de uma convicção pessoal específica, representa antes um caminho válido para conseguir tirar partido das competências do módulo enquanto ferramenta de estruturação racional do projeto, aplicada em

contexto local e recorrendo a um sistema de produção artesanal. O objetivo principal da sua análise é incutir, no leitor, a legitimidade deste instrumento em gerar um conjunto de respostas aos diversos desafios impostos pela natureza destes projetos, tais como: permitir flexibilidade dentro dos módulos de habitação; necessidades de resposta às diferentes exigências comunitárias e territoriais; integração num processo de produção artesanal; desenvolver sistemas simples e económicos para a montagem do projeto.

ESTRUTURA

O presente trabalho de investigação divide-se em três partes, sendo todas de reflexão predominantemente teórica, ainda que suportada pela análise concisa de casos práticos que tiveram, de alguma forma, importância no desenvolvimento da industrialização da habitação no séc. XX.

Numa fase introdutória, procura-se estabelecer um conjunto de noções preliminares sobre conceitos inerentes ao processo industrial de forma a identificar e compreender objetivamente o objeto de estudo. Nesta fase, serão abordados conceitos como a prefabricação, a standardização, o módulo, a coordenação modular e a industrialização. A definição e análise de alguns destes conceitos são necessariamente apoiados com breves referências históricas - anteriores ao séc. XX - de forma a estabelecer um termo de comparação com as do séc. XX.

A segunda parte do trabalho visa uma reflexão sobre o desenvolvimento da habitação em série nos séculos XIX e XX e sobre o interesse dos arquitetos modernos pela apropriação dos sistemas prefabricados industriais no campo habitacional. Dedica-se a compreender as teorias e os projetos de provocação e de alternativa à construção convencional, ou seja, é uma fase

concentrada no estudo dos arquitetos que consideravam a construção prefabricada como um instrumento social usado para a promoção igualitária da habitação. Aqui destaca-se os problemas e as soluções da habitação em massa, principalmente após a 1ª Guerra Mundial (1914-18) e a 2ª Guerra Mundial (1939-45), acentuados pela concentração demográfica nas cidades e pela exploração lucrativa do proletariado sem condições salubres. Estudos e trabalhos de arquitetos como Hans Schmidt; Walter Gropius; Le Corbusier; J.P. Oud; Charles e Ray Eames e Mies Van der Rohe são fundamentais para entender o papel da indústria naquela época, bem como os valores da racionalização, simplificação e estandardização que rapidamente se tornaram vocabulário comum ao nível do debate arquitetónico.

A última fase do trabalho, apesar de estar estreitamente ligada à segunda fase, aborda mais específica e analiticamente o objeto de estudo. Entende-se, genericamente, como tópico principal para esta parte da prova, o estudo da aplicação e da combinação coerente de uma regra, norma ou padrão que pode ser entendido como a capacidade do homem em simplificar e retratar as suas necessidades socioculturais dentro de uma realidade complexa. Neste último capítulo é reservada uma contextualização e uma análise ao plano da Malagueira de Álvaro Siza, no qual é discutida a aplicação de um modelo próprio de produção (prefabricação não industrializada) e a utilização do módulo na composição racional e evolutiva do espaço doméstico.

Sinteticamente, esta dissertação estrutura-se de forma a questionar os prós e os contras da aplicação modular num programa específico e complexo (habitação), e a identificar os fatores da produção industrial que podem viabilizar uma aliança entre o baixo custo e a qualidade do produto final.

METODOLOGIA

O trabalho segue uma linha de raciocínio dirigida à produção em série, praticada essencialmente nos pós-guerras, sendo esta encarada como um dos fundamentos da eficiência industrial, e que busca na repetição um argumento de otimização no processo de produção. A linha de montagem adotada por Henry Ford na sua fábrica em 1913, tornou-se uma referência para os arquitetos dessa época que acreditavam nas potencialidades dos sistemas de prefabricação aplicados na habitação, principalmente pela redução de custos e pela simplificação que ofereciam aos processos construtivos. A prefabricação industrializada e os sistemas construtivos constituíram em si, duas importantes temáticas na arquitetura moderna. O seu impacto foi sentido em arquitetos como Walter Gropius, Buckminster Fuller, Jean Prouvé, Hans Schmidt, entre outros, e em iniciativas como o programa “Case Study House”, o complexo habitacional de Törten, ou até mesmo o estudo da vivência da célula por Le Corbusier, aplicada no bloco de habitação *Immeubles-Villas* e, posteriormente, nas suas *Unidades de Habitação*.

Se na habitação unifamiliar, os arquitetos se depararam com dificuldades em adaptar a standardização às variadas necessidades pessoais dos clientes, o mesmo problema assumiu maior dimensão quando aplicado na habitação plurifamiliar. A mudança de escala aliada a uma desmesurada repetição, produziram habitações descaracterizadas e monótonas. É, igualmente, reservado um espaço de análise para esta questão com o intuito de apreender de que forma os arquitetos conseguiram ultrapassar esta condicionante, analisando o conceito dos sistemas modulares que permitiram maior flexibilidade e personalização em série. Pretende-se compreender, através da análise do estudo da célula desenvolvida por Le Corbusier nas *Unidades de Habitação* e,

sobretudo, através do caso de estudo, o efeito que um determinado sistema modular estabelece na produção da habitação social para conseguir gerar diferentes variantes de um mesmo tipo, em função das necessidades do agregado familiar.

Pode-se afirmar que os processos da transformação na arquitetura tradicional doméstica, provocadas pelas mudanças socioculturais, deram resultado à alteração de um sistema de relações ocorridas no programa residencial. Tais relações materializam-se desde o conjunto edificado à distribuição interna da célula, mediante a utilização dos conceitos da adaptabilidade e da flexibilidade, presentes no desenho e na montagem das peças que organizam este tipo de programa arquitetónico.

A contextualização histórica serve de base para desenvolver a solidez temática que o trabalho pretende atingir com o estudo do módulo; um elemento capaz de provocar um impacto na habitação, tanto a nível projetual como a nível construtivo, através da sua capacidade em racionalizar processos construtivos e arquitetónicos.

A capacidade racional incutida por um sistema modular pode, por vezes, colocar em questão o conceito tradicional do espaço residencial. Esta reflexão é feita em conjunto com a análise de algumas das soluções modulares de Hans Schmidt de Walter Gropius, Mies Van der Rohe, J.P. Oud e Le Corbusier, cujo módulo é intencionalmente usado para tirar partido da sua componente de simplificação. No entanto, o expoente máximo desta matriz analítica reside na leitura feita ao projeto de Álvaro Siza para o bairro da Malagueira, onde todas as questões são levantadas em detrimento de um contexto muito específico. Nas obras destes arquitetos, teremos a possibilidade de observar algumas das questões-chave deste trabalho, lançadas pela Parte I do trabalho, entre elas; a modulação; a repetição; a diversidade; a flexibilidade; a prefabricação; a industrialização; a padronização e a produção em série.

I.I. NOÇÕES PRELIMINARES

Desenvolver este trabalho sem que seja reservado o devido espaço a um enquadramento conceitual dos diferentes temas, nele abordados, seria assumir um risco desapropriado. Mais pretensioso, seria ignorar uma questão que parece fundamental para que o trabalho seja objetivo e não corra o risco de se perder numa linha de raciocínio incoerente. Como tal, neste capítulo serão abordados, analiticamente, vários aspetos-chave que compõem grande parte do conteúdo da prova.

I.I.I. Industrialização

A industrialização no sector da construção normalmente traduz-se numa produção em série dos elementos construtivos e arquitetónicos, que pretende refletir-se em *“melhorias consideráveis, na qualidade, segurança em obra, produtividade, prazo de execução, estética, custos ou liberdade de conceção.”*¹

No entanto, esta prática nem sempre foi bem aceite e chegou inclusive a estar associada a um estigma que não se concilia com a arte, com a arquitetura e com tudo o resto que depende, em grande parte, de uma visão estética. O principal papel do arquiteto, no século XIX, passou por desmitificar esse rótulo, doseando a prática da industrialização em obras construídas com processos industriais de forma a controlar melhor a componente estética dos edifícios. No século seguinte, a industrialização na arquitetura acabaria por sofrer uma forte globalização que seria responsável por desequilibrar a balança para o lado mais prático e eficiente da

¹ FRUCTUÓS, Mana - *Alternativas a la construcción convencional de viviendas*, p. 76.

industrialização. A arquitetura começava a enfrentar questões levantadas pela destruição das duas grandes guerras; da evolução de costumes sociais no seio da habitação; do mercado cada vez mais competitivo; das crises económicas sentidas na Europa; e da elevada procura de acomodação por parte dos estratos sociais mais precários.

Uma sociedade consumista é mais propícia ao uso dos métodos de produção em série, o que por sua vez leva à industrialização dos objetos de consumo que hoje são, quase sem exceção, produzidos recorrendo a métodos industriais. Mesmo as atividades agrárias, como a agricultura, podem sobreviver no âmbito do mercado complexo atual com o cultivo industrial, recorrendo à utilização da máquina e do trabalho organizado, realizado em grandes fábricas.

O arquiteto Hans Schmidt é claro quanto aos pressupostos que devem de ser respeitados para a viabilidade de um produto industrial.² A sua pertinência adequa-se logicamente ao tópico da industrialização pelo que não poderia deixar de fazer referência a este conjunto de premissas:

- a) Utilização racional dos materiais;
- b) Simplicidade do processo construtivo;
- c) Clareza e simplicidade técnica do edifício;
- d) Estandardização na forma habitável;
- e) Concentração da produção num local único;

O primeiro princípio refere-se ao modo de utilização dos materiais, ou seja, conseguir tirar partido da funcionalidade de um material a partir do seu aspeto formal. O bom funcionamento tectónico de uma obra depende do conhecimento total dos materiais, seja a sua capacidade de resistência técnica e mecânica,

² SCHMIDT, Hans. *Contributi all'architettura 1924-1964*, pp. 75 e 76.

seja o seu comportamento térmico e acústico. O aspeto funcional do material está naturalmente ligado à personalização formal do mesmo, justificando assim uma harmonização na dualidade de conhecimentos.

O segundo ponto introduz um aspeto fundamental relativamente à garantia de sucesso no controlo de custos de uma obra. Ainda que os materiais atinjam o aspeto funcional pretendido no primeiro ponto, a sua aplicação no projeto diferencia se estes não forem inseridos dentro de um sistema de montagem/desmontagem que atinja um nível de simplicidade aceitável.

A terceira premissa remete novamente para a simplicidade, mas desta vez no aspeto técnico. Diz Schmidt que a “*essência da técnica é a simplicidade*”³ e de facto, é uma observação que se torna ainda mais evidente no caso da produção industrial devido ao grande número de elementos padronizados que podem ser produzidos em série. No entanto, esta apreciação da simplicidade técnica deve ser feita com precaução para não correr o risco de entrar numa exagerada simplificação dos vários elementos ou numa descaracterização do espaço habitável devido às inúmeras opções resultantes das necessidades individuais.

O quarto pressuposto aborda a importância da standardização no espaço habitável devido ao aproveitamento de espaço e eficiência formal, próprios deste processo. Um produto standardizado integra-se facilmente num mercado consumista pois está formatado para ser produzido em grande número e ser competitivo ao mesmo tempo. As contingências deste processo serão analisadas mais profundamente no próximo subcapítulo, dedicado exclusivamente à standardização.

³ SCHMIDT, Hans. *Contributi all' architettura 1924-1964*, p. 75.

O quinto e último ponto estabelecido por Hans Schmidt, aponta um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento competente da produção industrial; a possibilidade em concentrar e preparar racionalmente a produção dos elementos construtivos na fábrica. Garante melhor controlo de custos, eficiência e rapidez na construção da obra pois está imune aos habituais imprevistos que podem ocorrer no local da mesma. Esta possibilidade é quase ilimitada nos casos em que a standardização dos diversos elementos está presente, sendo que estes podem ser prefabricados e disponibilizados através de catálogos.

Verificámos, portanto, que a industrialização exige sempre três meios fundamentais: a mecanização, a racionalização e a automatização. A mecanização das operações liberta o homem de tarefas que exigem um elevado grau de eficiência que só a máquina consegue oferecer. Por fim, a racionalização tem de estar presente em todo o processo industrial - projeto, gestão e tecnologias - para que a automatização das tarefas seja rápida, constante, controlada e rigorosa, oferecendo produtos com o melhor índice possível de qualidade/preço.

A relação entre o papel do arquiteto e a prática da industrialização, foi sofrendo alterações à medida que este tipo de produção ia ganhando terreno no século XX. A sua maior aproximação foi inevitável e fulcral para que arquitetura pudesse tirar proveito das vantagens desta prática, ainda que esse processo tenha sido controverso. Aos poucos, a ideia de que o arquiteto deveria ser o principal organizador do processo construtivo, foi ganhando forma devido à grande importância que a organização do processo construtivo (método de definição e da elaboração do projeto) constituía para alcançar uma eficiente arquitetura industrial. A elaboração de um projeto construído por métodos industriais, requer do autor, um exato conhecimento de todo o

processo de trabalho para que sejam criadas condições favoráveis a uma organização racional do trabalho e à produção do maior número possível de elementos standardizados em fábricas. Esta realidade obriga a uma reestruturação do método criativo do arquiteto, visto que o mesmo não deve limitar-se apenas ao desenho, mas antes partir de uma base concreta. Ou seja, o arquiteto não deve ser alheio aos diferentes materiais e técnicas de construção, pois deve tirar partido do conhecimento técnico como um meio indispensável para que a montagem dos elementos prefabricados ocorra de forma eficiente.

I.I.II. Estandardização

A produção industrial tem na repetição o princípio que permite a otimização de processos. No entanto, o princípio da linha de montagem enquanto procedimento *standard* não inviabiliza uma flexibilidade dos sistemas, atingida através dos métodos de investigação e experimentação dos componentes prefabricados. Isto leva-nos à definição conceitual de *standard*, que, isoladamente, significa “*uma norma de fabricação, um modelo, um padrão ou uma marca.*”⁴ Se contextualizarmos esta definição com a prática construtiva, facilmente percebemos que apesar da sua subjetividade semântica, existe um consenso nos termos que surgem na sua definição e que nos conduz imediatamente a dois conceitos indissociáveis do meio industrial; a repetição e a qualidade. O primeiro deles, de carácter mais formal e materializável será, por ventura, aquele que melhor define a essência da produção industrial, aproximando-a do seu propósito de produção massificada, em série. É no segundo que reside, provavelmente, o

⁴ "Standard", in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2013, <http://www.priberam.pt/DLPO/standard> [consultado em 27-07-2015].

ponto de maior ambiguidade mas ao mesmo tempo, de interesse numa conjuntura na qual a qualidade é muitas vezes preterida em detrimento da quantidade. Neste ponto, estão associados dois outros conceitos que fazem parte da esfera da construção padronizada; a normalização e a flexibilidade. A normalização⁵; embora associado a um conjunto de regras e normas responsáveis para que os processos de repetição sejam executados de forma eficiente, o seu grande foco está na gestão e regularização qualitativa dos diversos componentes industrializados, assegurados por organismos oficiais europeus e internacionais.⁶ A flexibilidade; mais intrinsecamente ligado à questão qualitativa, a sua definição remete-nos para a individualidade construtiva e arquitetónica, através da possibilidade de transformação, combinação, diversidade e adaptabilidade de componentes sujeitos às contingências próprias dos rígidos sistemas de construção industriais.

Relativamente ao enquadramento da flexibilidade no contexto da habitação plurifamiliar, o mesmo sofre uma subdivisão conceitual; a flexibilidade inicial e a adaptabilidade contínua. *“O primeiro corresponde à possibilidade de oferecer uma escolha antes da ocupação da habitação, podendo ser resultado tanto de uma partição do habitante, como mestre de obra. O segundo conceito concerne à possibilidade de modificar o seu habitat no tempo, noção à qual nós ajustamos as subdivisões (...) mobilidade, evolução e elasticidade.”*⁷

O conceito de flexibilidade caracteriza-se, portanto, pela capacidade de transformação de um determinado elemento e/ou de uma área habitável de forma a suprimir questões de ocupação e de vivência de espaços, levantadas pela relação entre cada utente e a

⁵ Cf. CAPORIONI, [et al.] - *La coordinación modular*, p. 16.

⁶ O CEN - Comité Europeu de Normalização, foi fundado em 1961 pelos organismos nacionais europeus de normalização dos países da União Europeia e da EFTA.

⁷ ELEB – VIDAL, Monique; CHATELET, Anne-Marie; MANDOUL, Thierry - *Penser l'habité. Le logement en question*, p. 103.

sua habitação. Esta qualidade metamorfótica nasce da vontade de identificação entre ambos, que foi crescendo juntamente com as diferentes exigências de ordem social, tecnológica, geográfica e até mesmo cultural - desde a emancipação da mulher; à mudança de estilos de vida; à evolução de costumes no seio da família; às diferenças culturais; à descoberta de novas possibilidades tecnológicas – tudo foi determinante para uma evolução do espaço doméstico que convergiu cada vez mais para uma sintetização formal e funcional dos seus espaços interiores.

Le Corbusier é contundente quando aborda a questão do *standard* (enquanto padrão), ao afirmar que “*estabelecer um padrão, é esgotar todas as possibilidades práticas e razoáveis, deduzir um tipo reconhecido conforme as funções, com rendimento máximo, com emprego mínimo de meios, mão-de-obra e matéria, palavras, formas, cores, sons.*”⁸ De facto, podemos encontrar toda a essência da standardização, muito bem resumida nesta afirmação que nos remete para a ideia da eficiência produtiva e da tipificação de espaços e de elementos, criadas pelas exigências funcionais. No entanto, a contundência de Le Corbusier não se esgota com esta afirmação e chega, inclusive, a defender que “*é preciso tender para o estabelecimento de padrões para enfrentar o problema da perfeição.*”⁹ Aqui, o arquiteto suíço revela a sua verdadeira pretensão, de que a beleza só o é depois de passar por uma tipificação, reduzindo os defeitos e maximizando as potencialidades. O repto continua ao referenciar a indústria automóvel como prática exemplar, na qual os seus “*fins complexos (conforto, resistência, aspeto), colocaram a grande indústria diante da necessidade imperiosa de padronizar*”¹⁰, e devido à

⁸ CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitetura*, p. 89.

⁹ *Idem*

¹⁰ *Ibidem*, p. 93.

elevada concorrência, as fábricas viram-se na “*obrigação de dominar a concorrência, e sob o padrão das coisas práticas realizadas, interveio a busca de uma perfeição, de uma harmonia, afastado do dado bruto prático, uma manifestação não somente de perfeição e harmonia, mas de beleza.*”¹¹

I.I.III. Prefabricação

A morfologia gramatical da palavra prefabricação é composta por um prefixo que subentende o seu significado; *fabricar antes*, ou mais objetivamente, refere-se a todo e qualquer “*sistema de construção de um conjunto (casa, navio, etc.) com elementos estandardizados, fabricados antecipadamente e reunidos segundo um plano preestabelecido.*”¹² A sua antecipação é potenciada ao máximo pois este tipo de fabricação é detalhadamente planeado e realizado em fábricas especializadas para que a montagem dos seus elementos ocorra, posteriormente, no local da obra com o maior grau de eficácia possível.

Ao tirar partido das vantagens da prefabricação através da simplificação de elementos construtivos, é possível alcançar componentes prefabricados de alto nível, que será exponencialmente maior, consoante a menor complexidade e a menor quantidade de operações que se conseguir exigir em obra.

O termo prefabricação é explícito quanto ao resultado da fabricação, não quanto ao seu processo construtivo. Como tal, os elementos prefabricados são igualmente exequíveis num meio quase tradicionalista, e por isso podem ser fabricados artesanalmente num pequeno *atelier*, com um grau muito baixo de

¹¹ CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitetura*, p. 93.

¹² "Prefabricação", in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2013, <http://www.priberam.pt/dlpo/pr%C3%A9-fabrica%C3%A7%C3%A3o> [consultado em 27-07-2015].

mecanização e com uma racionalização elementar; ou numa fábrica automatizada, como sucede, frequentemente, com alguns sistemas de grandes painéis prefabricados. No caso em que existe prefabricação em locais de pouca mecanização, falamos de uma prefabricação não industrializada ou seja de uma prefabricação alcançada através de métodos de produção artesanais, e portanto, desajustada a uma resposta à escala industrial. *“Os sistemas modulares pré-fabricados são necessários à sedimentação dos processos de industrialização. Porém, são entendidos apenas como um primeiro passo numa perspectiva de evolução futura a caminho da inovação, num sector como o da construção que não segue a vanguarda do conhecimento tecnológico.”*¹³

Daqui, podemos concluir uma questão importante em termos analíticos: a industrialização depende sempre (ou quase sempre) da prefabricação mas o contrário já nem sempre se verifica porque é possível existir prefabricação sem industrialização.

A prefabricação tem como mais-valia garantir, sobretudo, uma qualidade e rigor industrial no conjunto das peças fabricadas; a fiabilidade e estabilidade do orçamento; e a previsão e planificação rigorosa dos tempos de fabrico e montagem. *“Podemos afirmar, sem dúvidas, que a pré-fabricação pode favorecer uma homogeneidade de qualidade do produto aplicado. Se assim é, é evidente que a partir da consecução de uma qualidade constante, é possível gerar uma procura de melhoria dessa qualidade e obter uma resposta valorizada por parte da indústria.”*¹⁴

No caso da prefabricação em contexto industrial, é imperioso o bom funcionamento e compatibilidade com as peças que unem os elementos prefabricados. O rigor dimensional é de extrema

¹³ FILIPE, Ana; BRANCO, Fernando; Duarte, José – “O sistema modular ALFF” in *Arquitectura e Vida*, nº 62, p. 73.

¹⁴ FRUCTUÓS, Mana - *Alternativas a la construcción convencional de viviendas*, p. 22.

importância num projeto no qual a acoplagem e planificação detalhada das peças constituem a materialização de um edifício. Disto, podem resultar previsões rigorosas de cálculos orçamentais, temporais e quantitativos com margens de erro muito baixas, que permitem controlar ao máximo todos os aspetos construtivos de uma obra.

Relativamente à associação generalizada entre a prefabricação e baixo custo, é necessário clarificar em que termos essa correlação é, de facto, garantida. Se determinarmos um termo de comparação entre a construção convencional e tudo o que ela implica – atrasos; discrepâncias entre projeto e execução; etc - o recurso à prefabricação permite baixar os custos através da eliminação dos desperdícios; da planificação e quantificação da obra; da redução dos imprevistos; da rapidez de montagem. No entanto, para que seja assegurado esse controlo de custos, é necessário a redução ao mínimo da mão-de-obra; a utilização massiva de produtos e componentes industrializados prefabricados; a garantia de fidelidade quantitativa e qualitativa dos componentes; e um controlo total da obra que só é assegurado através de uma permanente e rigorosa vistoria ao local da obra.

O recurso à prefabricação requer uma especial atenção a algumas condicionantes que implicam de forma direta no planeamento, fabrico e montagem do produto final. O dimensionamento dos elementos é definido por aspetos de produção, relacionados com as questões de transporte e de montagem. A acessibilidade na obra e a relação dimensional entre a maquinaria com o volume do edifício são outras condicionantes que devem ser ponderadas porque implicam na economia de custos e tempo da obra. É fundamental compreender até que ponto as variações, dentro de um catálogo de soluções standardizadas, podem ser sustentadas por uma viabilidade económica e temporal

sem cair na falsa certeza de que qualquer tipo de variação pode ser compatível com as soluções apresentadas neste contexto. Para tirar partido dos benefícios da produção industrial, a diversidade apresentada no mercado não deve atender à individualidade e especificidade de uma determinada encomenda, mas antes às necessidades reais das condicionantes de projeto.

I.I.IV. O módulo e a coordenação modular

Para a verdadeira aceção do termo “*coordenação modular*”¹⁵, é necessário pensar num “*meio sistemático muito eficaz para alcançar a integração dimensional dos componentes estandardizados*”¹⁶, ou seja um mecanismo padronizado capaz de criar um sistema geométrico com base numa determinada referência normalizada – módulo. Essa referência deve ser estruturada de tal forma para que a construção consiga apresentar níveis suficientes de diversidade, ao invés de ser desenvolvida em sistemas fechados e demasiado rígidos. Neste sentido, a coordenação modular é um pressuposto decisivo da construção industrial, na qual prevê a combinação do sistema geométrico no local de construção, segundo uma montagem mecânica do elemento construtivo previamente fabricado.

Como já podemos atestar, a eficácia económica da construção industrial depende muito da correta aplicação da produção em série num produto estandardizado, e que só é conseguida através de uma redução maximizada dos vários tipos de elementos e da flexibilidade do elemento que o permite ser utilizado a uma escala universal. No entanto, a validade destas variantes está subordinada a uma estandardização dos elementos e que só é concebida através

¹⁵ CAPORIONI, [et al.] - *La coordinación modular*, p. 25.

¹⁶ *Ibidem*, p. 10.

de uma coordenação modular eficaz, o que diz bem da importância deste conceito para com arquitetura em geral.

A História tem mostrado uma apetência do homem para a simplificação de questões formais arquitetónicas através do uso das diversas ciências, como a matemática, geometria, a lógica, etc. Podemos ver o conceito do sistema modular, presente em diversos períodos temporais; desde o tempo de Vitrúvio; passando pela estruturação tridimensional utilizada nas construções medievais; até às plantas da casa tradicional japonesa cuja construção estabelece uma unidade do pavimento (*tatami*). Este sistema, embora estivesse intimamente ligado ao processo de construção, era, igualmente, determinante para o aspeto artístico, de harmonia, de unidade e de proporção entre as partes e o todo.

Para uma eficiente aplicação da coordenação modular num determinado edifício, devem ser tidos em conta dois requisitos fundamentais:

O primeiro ponto é a importância da definição de um módulo-base de um sistema dependente da padronização dos seus elementos. Tomemos como exemplo o módulo-base de 10 cm, estabelecido pela *International Organization for Standardization* (ISO)¹⁷, após a segunda guerra-mundial.¹⁸ Segundo a convicção desta entidade, um sistema construído com esse módulo, deveria apoiar-se em três pontos:

a) Todas as medidas tinham de estar incluídas numa série construída a partir do módulo-base de 10 cm;

¹⁷ A *International Organization for Standardization – ISO* (em português Organização Internacional para Padronização) é uma entidade fundada em 1947 com o propósito de formar um sistema global de padronização e normalização, inicialmente, entre os 26 países fundadores mas que hoje se estendem a 246 países.

¹⁸ Cf. SEBESTYEN, Gyula - *Construction - Craft to Industry*, pp. 60 - 65.

b) Uma retícula tridimensional que regulasse a compatibilidade dos elementos construtivos com o sistema pretendido;

c) Uma medida de tolerância que controlasse as relações entre o tamanho nominal do produto e a sua efetiva instalação no sistema pretendido;

Os dois primeiros adquiriram uma predominância imediata por corresponderem à exigência dos arquitetos em reduzir ao máximo a tipificação dos elementos construtivos standardizados. Um fator que seria do máximo interesse para a produção massificada de habitação que se exigia no rescaldo da segunda grande guerra.

O segundo ponto relevante para a coordenação modular resultar numa realidade prática e eficaz, é garantir a utilização de uma retícula tridimensional, aspeto que como já vimos no primeiro ponto, é sugerido pela ISO aquando da utilização do “seu” módulo-base de 10 cm. É uma estrutura baseada num sistema geométrico tridimensional, que define a dimensão dos elementos construtivos e a posição das juntas de dilatação, ou como designa Albert Bemis, o “*módulo cúbico*”¹⁹. É importante para definir variadas situações, entre elas: a parte superior da laje; os eixos dos elementos de suporte; as superfícies de apoio das vigas. O distanciamento verificado nesta malha deve corresponder às medidas modulares resultantes desse sistema tridimensional, para que seja sustentada a necessária combinação dos vários segmentos, sejam eles parcial ou inteiramente manufacturados, utilizando diferentes elementos construtivos prefabricados.

¹⁹ Cf. BEMIS, Albert Farwell - *The evolving house*, 1936.

De acordo com a teoria defendida no livro *La coordinación modular*²⁰, existem, todavia, algumas contrariedades associadas a este sistema modular que põem em causa a flexibilidade do mesmo. Tais problemas podem ser ultrapassados mediante o cumprimento de três pressupostos por parte do arquiteto:

- a) Respeitar todas as dimensões espaciais necessárias para a construção do edifício;
- b) Assegurar a possibilidade de um desenvolvimento técnico-construtivo superior;
- c) Alcançar a liberdade de expressão arquitetónica;

O profundo conhecimento das dimensões do espaço solicitado pela mais diversa exigência formal, é muito importante porque permite aferir a possibilidade de estandardização dimensional de todos os componentes e, por consequente, determinar até que ponto essa estandardização deixa de ser viável com uma coordenação modular. Este tipo de situação é amenizado numa realidade de construção industrial, na qual se aproveita ao máximo todas as vantagens da produção em grande escala. Encontramos no edifício plurifuncional, o melhor exemplo da aplicação de elementos produzidos, não à medida, mas seguindo um determinado processo de fabrico que é comum a todos. Ainda que na habitação essa multiplicidade funcional seja limitada, existem nos casos da habitação plurifamiliar, uma tendência para a subdivisão dos espaços apelando à sua flexibilidade e diversidade funcional.

Para clarificar a alínea b, é necessário ter em conta duas coisas; a coordenação modular enquanto sistema geométrico e a variedade de elementos construtivos produzidos nesse mesmo sistema. Se considerarmos um sistema geométrico construído com o módulo-base, a sua série dimensional não pode ser alterada com

²⁰ CAPORIONI, [et al.] - *La coordinación modular*, pp. 35 - 40.

grande flexibilidade pois todas as subdivisões dimensionais têm de partir dessa série. Contudo, isto não implica um embargo ao desenvolvimento técnico dos elementos construtivos, os quais podem ser livremente modificados a nível do material, da forma, da técnica construtiva e do peso, sempre que são garantidas as condições de um sistema de coordenação modular. Tornando possível uma larga permutabilidade dos elementos, a coordenação modular assume-se como uma vantagem no mundo da construção. No fundo, ela permite uma adaptação muito mais rápida ao desenvolvimento técnico de cada grupo de componentes construtivos, sem que seja preciso reorganizar toda a gama. Diferentes tipos de fachadas e/ou de coberturas podem ser introduzidos sem que seja necessário modificar o sistema de produção de lajes ou de elementos portantes. Isto deve-se à inerente aptidão da coordenação modular para a produção estandardizada, que garante a padronização de qualquer tipo de elementos, tais como: lajes, coberturas, fachadas, caixilharias, pavimentos, etc.

A questão da falta de liberdade de expressão arquitetónica é uma falsa questão, por tudo aquilo que já foi descortinado nas últimas duas alíneas e que sugere um conhecimento profundo em todos os aspetos técnicos do projeto - dimensões do espaço; dimensões dos componentes; meios de produção em escala; aspeto formal, técnico e construtivo dos materiais construtivos; permutabilidade e montagem dos elementos. Alcançando este nível de controlo projetual, o arquiteto tem em sua posse todas as condições para garantir uma aceitável liberdade de expressão arquitetónica. Ademais, o sistema geométrico tridimensional que regulariza e padroniza as dimensões do projeto arquitetónico, alcançado através da coordenação modular, não significa de modo algum, um fim artístico mas antes um encurtamento de distâncias entre a arquitetura e a produção em série industrial e estandardizada.

Perante uma qualquer realidade de produção industrial em massa, devem ser considerados, particularmente, os aspetos técnicos, económicos e sociais do projeto. No caso de uma situação de enorme carência de habitação e de edifícios públicos, à semelhança do que se sucedeu com as duas guerras mundiais e que pode inclusive agravar-se com o aumento da migração populacional, a melhor solução, ou pelo menos aquela que acarreta menos riscos, é a que resulta numa construção massificada dos edifícios utilizando métodos industriais. Uma produção à escala industrial produz, irremediavelmente, mudanças a todos os níveis não só no campo técnico e social da arquitetura mas também no artístico.

Entre os problemas estéticos que podem prevalecer no debate em torno da construção industrial, sobressai a questão da uniformidade formal observada em obras desta índole. Qualquer tipo de prática orientada para uma repetição massiva de elementos idênticos, leva naturalmente a uma uniformidade do produto (esse é, na realidade, um dos objetivos e não uma inconveniência), porém, é errado atribuir essa responsabilidade ao sistema da coordenação modular. Neste caso, a uniformidade advém do uso desequilibrado e excessivamente repetitivo de elementos disponibilizados em catálogos, dos quais recorrem os arquitetos quando pretendem tirar partido da permutabilidade de um sistema modular. Uma variação dos elementos é possível devido à própria coordenação modular, não só na questão técnica, como já vimos, mas também do ponto de vista estético dos elementos.

O arquiteto detém a competência e a responsabilidade de assegurar uma leitura coerente dos edifícios. Para isso precisa de garantir o equilíbrio entre a variedade dos elementos construtivos e/ou arquitetónicos, e a coesão de todo o edifício, uma vez que este depende do correto funcionamento de cada uma das suas partes.

Para tal, os arquitetos devem exercer influência na produção em massa dos elementos, tornando-se não apenas usuários mas também colaboradores ativos na criação de soluções presentes no mercado industrial.

A homogeneidade visual e construtiva que une um projeto arquitetónico pode eventualmente conduzir à monotonia do mesmo, no entanto esta é uma questão que será descortinada com o decorrer do trabalho. A análise a este preconceito deve ser realizada à escala da cidade e não do edifício, uma vez que só dessa forma podemos verificar os conjuntos de sistemas que beneficiam da regularidade para se ordenarem, racionalmente, em tecidos urbanos, independentemente do seu nível de complexidade. Existem, no entanto, soluções que podem ser adotadas de forma a moderar a maior propensão da monotonia à escala urbana, como por exemplo, a tentativa de alcançar um grande nível de diversidade arquitetónico, refletida na quantidade e na disposição do edifício relativamente ao espaço urbano. Neste sentido, a questão da monotonia não pode ser considerada um problema estreitamente estético, sem antes considerar o lado social. Se considerarmos a arte uma manifestação que nasce de uma necessidade, de um propósito, de um estímulo que requer alguma ordenação, seja ela emocional ou racional, concluímos, portanto, que a uniformidade de um produto possui um determinado sentido artístico. Os edifícios, as ruas e as praças organizam a forma da cidade enquanto unidade sociocultural e por outro lado a monotonia resulta de uma intenção artística dessa mesma ordenação.

I.II. EXEMPLOS PRÁTICOS DA APLICAÇÃO DO MÓDULO NA ARQUITETURA

I.II.I. Sociedades primitivas

Em apenas dois séculos, o fenómeno da Revolução Industrial assinalou uma viragem ímpar na história da humanidade, contribuindo significativamente para a redefinição de importantes áreas económicas, sociais e artísticas. O crescimento da produção industrial em sectores como a arquitetura e a construção, consolidou conceitos – prefabricação; produção em série; estandardização; coordenação modular – que assumiram um papel determinante, não apenas no crescimento económico e social dos países, mas também nas respostas radicais que se exigiram no seguimento das duas grandes guerras mundiais, acabando por transformar toda a realidade do mercado, a partir de então. No entanto, algumas das práticas mais utilizadas nestes dois séculos, foram introduzidas, ainda que de forma inconsciente e algo rudimentar, em antecedentes práticos, o que deixa transparecer uma profunda questão destas práticas estarem intrinsecamente ligadas à natureza humana.

É possível datar as raízes da produção prefabricada até à época pré-histórica, numa altura em que as condições territoriais, técnicas e ambientais condicionavam a prática da construção. O espírito migratório dos povos nómadas, obrigava-os a produzir uma arquitetura com dois requisitos essenciais; a flexibilidade e a adaptabilidade territorial. É, portanto, espectável que a verdadeira essência da arquitetura nómada reside-se, sobretudo, na

*“organização do território, da terra na qual se estabeleciam”*²¹.

Neste sentido, as suas construções detinham um papel sociocultural significativo na medida em que representavam, não apenas o contato mais íntimo entre a cultura nómada e o território “conquistado”, mas também porque serviam de instrumento para estabelecer relações e atividades sociais. De facto, a cabana primitiva (que não fosse a de um chefe) e a sua disposição dentro de um complexo, devido à sua isenção em acolherem os serviços de produtividade comunitária, espelhariam muito mais as relações e as necessidades de cada núcleo familiar do que a imagem da própria comunidade em si. Devido ao contato emocional que o homem primitivo mantinha com a Natureza, a sua interpretação da conquista e da ocupação territorial, estaria associada à esquematização das relações sociais que criavam dentro do seio comunitário, refletindo um papel determinante na definição da sua arquitetura.

Uma vez que estes grupos dependiam de uma economia baseada na migração e na constante mobilidade, a cabana era considerado o mais importante utensílio na ocupação territorial e na hierarquização social das comunidades. Como tal, teriam de seguir determinados parâmetros próprios de uma grande flexibilidade estrutural e formal, como a prefabricação, a leveza e simplicidade na sua montagem e desmontagem, alcançados através de práticas de produção manual que representaram as primeiras formas de sistematização dos processos construtivos (Fig. 1).

O período Neolítico e a sua revolução agrícola acabariam por levar à sedentarização dos povos, o que por sua vez conduziu ao apuramento das técnicas de produção manual, de ferramentas e utensílios, permitindo que as construções, feitas com materiais mais

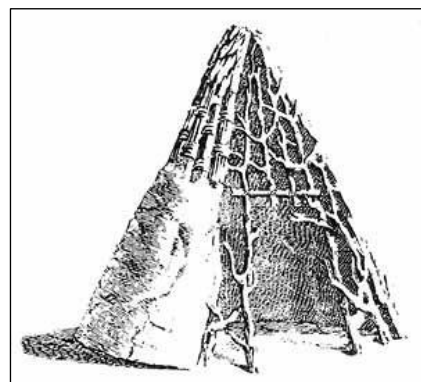


Fig. 1 A cabana primitiva e as origens da arquitetura, da autoria do arquiteto britânico William Chambers.

²¹ GUIDONI, Enrico - *Primitive architecture*, p. 18.

resistentes - tijolo, pedra e madeira – ocupassem um lugar mais fixo e permanente.

A agricultura torna-se a principal atividade económica, resultando numa inédita apropriação territorial por parte do homem primitivo. Tal facto levou a uma interpretação inédita do território até então, que ao contrário das sociedades nómadas, dividia-o em duas partes: de um lado a natureza primitiva, do outro os campos de cultivo, sendo que o último constituiria toda a base económica, hierárquica e simbólica para o desenvolvimento de uma sociedade estável e economicamente sustentável.

Nestas sociedades primitivas estaria já presente a ideia da tipificação arquitetónica de acordo com as exigências comunitárias - muito limitadas e carecidas de diversidade, de especialização e de expansão – que se ajustavam à prevalência de um determinado tipo de construção (Fig. 2). Apesar da grande uniformidade formal visível nestas construções primitivas, algumas eram capazes de variar em detalhes para corresponder às necessidades pessoais. Fosse em tamanho ou em pormenores estilísticos, as possíveis ruturas verificadas num sistema comunitário, estariam fortemente ligadas à hierarquia social e familiar presente nas comunidades.

*“Para construir bem e para repartir seus esforços, para a solidez e a utilidade da obra, ele (o homem primitivo) tomou medidas, admitiu um módulo, regulou seu trabalho, introduziu ordem. (...) Medindo, ele estabeleceu a ordem. Para medir, tomou seu passo, seu pé, seu cotovelo ou seu dedo. Impondo a ordem com seu pé ou com seu braço, criou um módulo que regula toda a obra; e esta obra está em sua escala, em sua conveniência, sem seu bem-estar, em sua medida.”*²² Perante tal perentoriedade de Le Corbusier, é possível reforçar a ideia de uma manifestação primitiva do módulo - usado dentro de num sistema fechado com o

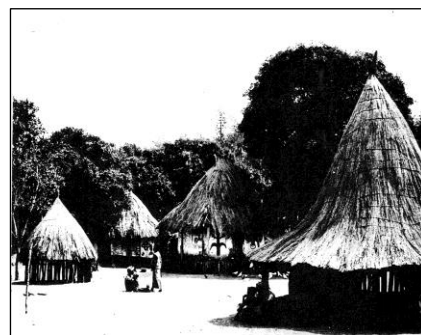


Fig. 2 É visível a adaptabilidade de um tipo arquitetónico nas sociedades primitivas.

²² CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitetura*, p. 43.

objetivo de gerar flexibilidade, simplicidade processual e composição formal – presente já nos primórdios da construção humana, na sua forma mais pura, modesta e estreitamente ligada ao corpo humano e à própria Natureza. Se olharmos mais profundamente para esta questão, chegamos à conclusão que a intenção de sistematizarmos problemas recorrendo a conceitos básicos e conhecidos não é mais que um instinto primitivo adquirido na longinquidade da nossa História, numa altura em que tivemos de observar, compreender, imitar e dominar a natureza. Como diria ainda o arquiteto suíço, “*a arquitetura é a primeira manifestação do homem criando seu universo, criando-o à imagem da natureza, aceitando as leis da natureza, as leis que regem nossa natureza, nosso universo.*”²³ Se considerarmos que todo o instinto nasce de uma aprendizagem que nos é transmitida inconscientemente pelos nossos antepassados, então a Natureza terá sido o precedente por excelência, cuja ingenuidade do olho e da mente do homem primitivo, refugiar-se-iam facilmente em perfeitas demonstrações de simetria, geometria, ordem e harmonia. “*Mas ao decidir a forma do cercado, da forma da cabana, da situação do altar e de seus acessórios, ele seguiu por instinto os ângulos retos, os eixos, o quadrado, o círculo. Porque ele não podia criar alguma coisa de outro modo, que lhe desse a impressão que criava.*”²⁴

Podemos considerar dois tipos de linguagens essenciais características da arquitetura primitiva em geral: por um lado encontramos a linguagem espacial que envolve a organização territorial, a ordenação e as inter-relações das construções; e por outro a linguagem artística, direcionada essencialmente para os aspetos decorativos. São dois polos que ajudam a responder a

²³ CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitetura*, p. 45.

²⁴ *Ibidem*, p. 44.

questões de disposição espacial e de ocupação territorial que surgiam ao homem primitivo no momento em que sentiam necessidade de materializar os seus abrigos.

Concluindo este capítulo, não posso deixar de fazer referência a outros indícios históricos da construção artesanal prefabricada. As civilizações da Mesopotâmia e do Antigo Egipto serviram-se também destas técnicas, porém em níveis e quantidades muito superiores aos verificados anteriormente. Devido à abundância do barro nestas regiões áridas e com solos férteis, as civilizações acabaram por tirar partido disso ao desenvolverem a produção em massa do tijolo. Registavam-se, então, as origens da prefabricação do módulo construtivo, formado em moldes de madeira para depois ser cozido ao sol e tornar-se resistente ao clima devido à aglomeração do esmalte com o barro.

Um perfeito exemplo da coexistência entre vicissitudes opostas – homem e natureza – por meio do aproveitamento intelectual das dificuldades apresentadas. Uma superação humana que se baseia, desde sempre, na simplificação e racionalização de métodos, introduzindo, quase sempre, dois aspetos importantes: um processo modular e a repetição padronizada.

I.II.II. Arquitetura clássica

O conceito da tipificação na arquitetura, como vimos no capítulo anterior, teve a sua primeira manifestação nas sociedades primitivas, no entanto seria introduzido na arquitetura da Antiguidade Clássica (primeiro milénio a.C.) o aspeto da racionalização modular. Iniciado, primeiro com arquitetura grega e posteriormente, continuado com a arquitetura romana, este foi um período propício ao desenvolvimento de conjunturas favoráveis à

aplicação mais coerente dos conceitos da racionalização e da padronização. Desde logo, é preciso reforçar a ideia de que a variação, flexibilidade e evolução ocorridos dentro de um sistema arquitetónico, surgem da existência da tipificação arquitetónica que tem vindo a ser debatida e são, simultaneamente, fatores que ajudam a enfatizar ainda mais a presença dessa mesma tipificação. Apesar das transformações implícitas na arquitetura, é possível verificar uma transversalidade na estrutura formal de culturas específicas, devido, precisamente, ao predomínio de um determinado tipo arquitetónico nessas culturas.

Podemos classificar a arquitetura grega como um bom modelo exemplar desta coexistência e predominância. *“Por um lado mantiveram a mesma estrutura formal mesmo quando a tecnologia construtiva mudou com a substituição da madeira pela pedra. Por outro lado, evoluíram no sentido de uma maior elegância e crescente complexidade.”*²⁵ Ao contrário das culturas pré-históricas, moldadas por uma sagrada ligação emocional ao território, na cultura clássica imperava a racionalidade, a aproximação da natureza humana à natureza divina através da luta pelo conhecimento e pela razão. Seria, portanto, uma época propícia ao pensamento científico, à exatidão matemática e à racionalidade geométrica, que se traduziriam em construções igualmente estruturadas por padrões racionalizados. *“O paradigma da ideia de módulos e de tipos na arquitetura clássica pode ser observado nos tratados de arquitetura desde Vitruvius”*²⁶ (Fig. 3). No fundo, o resultado da racionalidade clássica seria organizado por Vitruvius, e posteriormente por Palladio num registo mais abrangente e flexível, nos seus tratados de arquitetura, nos quais eram reunidos um conjunto de regras, cânones e normas com o

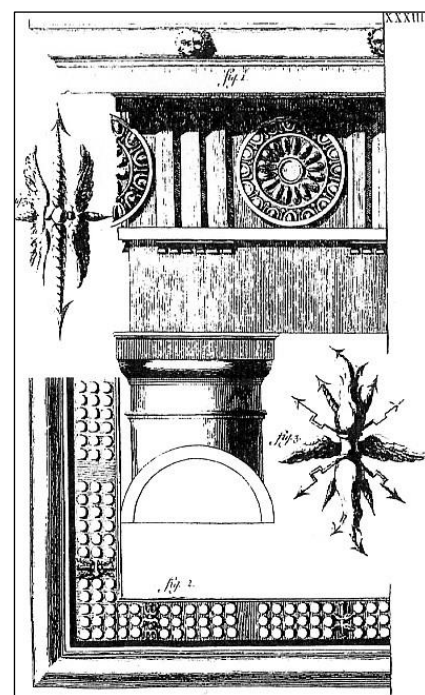


Fig. 3 A ordem dórica segundo a visão de Vitruvius.

²⁵ DUARTE, José Pinto - *Tipo e módulo: uma abordagem ao processo de produção de habitação*, p. 24.

²⁶ *Idem*

objetivo de maximizar a eficiência produtiva e a variedade combinatória dos mais diversos elementos arquitetónicos usados na construção dos seus edifícios.

O módulo desempenhou um papel central na definição da arquitetura clássica, através da sua aplicação consciente enquanto ferramenta de medição, de estruturação, de evolução e de funcionalidade. O conceito do módulo empregue na arquitetura clássica foi provavelmente aquele que se aproxima mais ao que o define atualmente, ou seja, uma referência normalmente representada por uma medida-base, donde partem todas as outras medidas contribuindo para uma proporcional e racional estruturação de um sistema geométrico. Mais do que isso, um utensílio de simplificação, de escalamento, de precisão, de harmonização e de composição geométrica, ou sucintamente, a parte de um sistema que preceitua todas as questões responsáveis pela configuração do mesmo sistema.

Basta analisarmos algumas das obras da Antiguidade Clássica para nos darmos conta da sua obsessiva busca pela perfeição, simetria e proporção; e mais importante, a inegável contribuição do módulo na garantia dessas mesmas qualidades. Tomemos como exemplo, o Pártenon de Atenas (Fig. 4) e o Templo de Hefesto (Fig. 5), duas obras construídas na mesma cidade e no mesmo período, que não deixam de ter a sua própria identidade. Apesar do Pártenon possuir colunas com quase o dobro da altura do Templo de Hefesto, em ambos os casos as colunas medem 11 módulos de altura, sendo uma unidade modular correspondente à metade do diâmetro da base da respetiva coluna. O ritmo conseguido pela repetição das colunas em espaçamentos iguais é reforçado pelo mesmo princípio usado na composição do entablamento (Fig. 6) e que pretende integrar todo o edifício na mesma dinâmica visual.

É importante, acima de tudo, salientar as considerações modulares demonstradas nos templos gregos, ou seja, a noção de



Fig. 4 O Pártenon de Atenas é o ex-líbris da arquitetura grega.

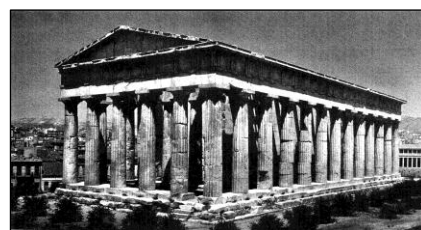


Fig. 5 A proporção modular é um dos aspetos presentes no Templo de Hefesto, localizado em Atenas.

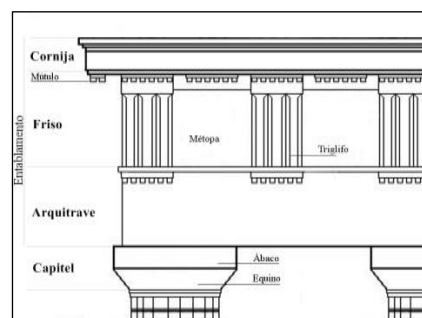


Fig. 6 Representação esquemática dos elementos que compõem o entablamento na arquitetura clássica.

que o módulo seria, não apenas uma unidade invisível de medição, mas igualmente uma unidade visualmente presente nas questões mais sensíveis. Neste aspeto, é de salientar a relação conseguida entre os dois pórticos, que assumem forças visuais distintas – o pórtico frontal é dominado pelo impulso diagonal do frontão e o pórtico lateral é marcado pela manifesta horizontalidade provocada pelo maior número de colunas e pelo maior cumprimento do seu entablamento –, alcançada através de um espaçamento milimetricamente calculado das colunas e dos componentes do friso (mútuos e tríglifos) (Fig. 6). São apresentadas soluções regidas pelos parâmetros modulares, mesmo em situações particulares, como o encontro do friso entre os pórticos frontais com os laterais, no qual o espaçamento dos componentes em questão sofre um reajustamento em prol de uma consonância visual em todo o edifício.

Verificamos, portanto, uma objetividade clara e consciente nas vantagens da proporção e do escalamento praticados nos templos gregos. A aplicação do módulo e das suas subdivisões nas dimensões mais relevantes das colunas e do entablamento, permitiam encolher ou aumentar, de acordo com as suas variantes, a conceção paralelepipedal de cada sistema edificatório, garantindo sempre uma correta proporção entre os diversos elementos.

No século XV, o Renascimento italiano, com uma identidade própria, viria a impulsionar um novo alento aos valores clássicos do 1º milénio a.C. - esquecidos, entretanto, na Idade Média – em que se destacava a continuidade da paixão intelectual pela medida e proporção; e o interesse comum pela potencialidade rítmica modular, originando soluções com maior diversificação e aperfeiçoamento.

A arquitetura renascentista, sendo os palácios o seu modelo de referência, caracteriza-se pelo aspeto extremamente maciço

acentuado pelas suas fachadas de alvenaria, cujos únicos elementos rítmicos capazes de romper com a excessiva compactidade parietal, seriam os elementos decorativos e os pequenos vãos, dispostos com precisão e rigor invocando padrões com grande poder visual.

O *Palazzo Rucellai* (Fig. 7) projetado por Alberti, em 1451, e mais tarde, em 1513, o *Palazzo della Cancelleria* (Fig. 8) da autoria de Bramante, são dois dos inúmeros exemplos renascentistas nos quais podemos constatar o uso de um sistema concebido na Roma antiga e que consistia em organizar as ordens clássicas na fachada. A disposição dos seus elementos seguia um ritmo calculado mediante uma grelha imaginária formada por linhas verticais e horizontais, originando unidades de medida consistentes bem como elementos visuais de extrema elegância. Analisando a composição da fachada do *Pallazzo Rucellai*, podemos observar, no seu piso térreo, duas entradas que equilibram visualmente uma estrutura que apesar de não ser totalmente simétrica, denota uma grande harmonia na marcação rítmica dos seus elementos. Ritmo esse que é reforçado, neste piso, pela repetição das pilastras dóricas com um afastamento proporcional às entradas e que é rematado, no seu topo, por um entablamento ornamentado por um friso. O primeiro andar é constituído por janelas com arcos de volta perfeita que ocupam, na sua largura, o espaço entre as pilastras de ordem jónica. O último e segundo piso ergue-se sobre o entablamento de remate das pilastras do piso inferior e mantém o mesmo ritmo com janelas iguais, mas com pilastras de ordem coríntia, rematadas por uma cornija que percorre todo o topo da fachada (Figs. 7 e 9).

É de ressaltar a eficácia deste sistema naquilo que é a estruturação racional verificada na composição da fachada, ou seja, a grande preocupação em criar um sistema retangular subdividido em unidades de medidas repetitivas e com um grande sentido de

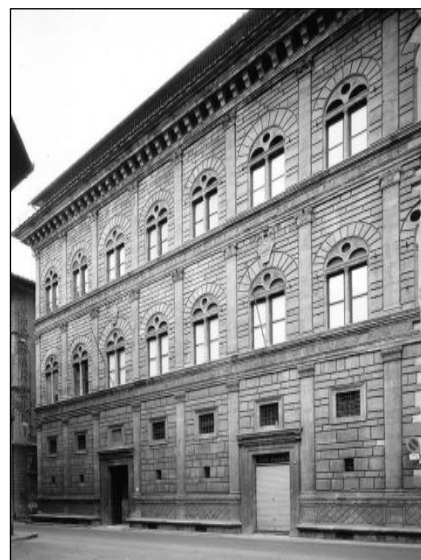


Fig. 7 Fachada do *Palazzo Rucellai*, de Alberti.



Fig. 8 Fachada do *Palazzo della Cancelleria*, de Bramante.

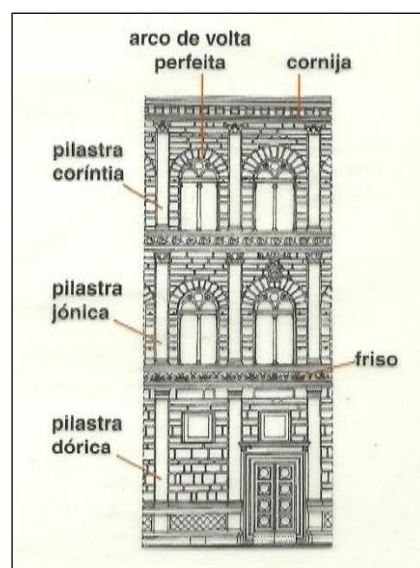


Fig. 9 Representação seccionada dos elementos que compõem a fachada do *Pallazzo Rucellai*.

equilíbrio e proporção, no qual a organização das janelas assume um papel secundário na hierarquia do sistema.

I.II.III. Arquitetura gótica

Historicamente, a arquitetura gótica antecede a arquitetura renascentista - localiza-se na Alta Idade Média, mais especificamente no século XI – e tem o seu início em França antes de ser consolidada nos séculos seguintes, um pouco por toda a Europa.

O conceito modular praticado nas catedrais góticas não pode ser limitado à análise planificada das fachadas renascentistas, mas antes a uma análise tridimensional que decorre da proeminente necessidade estrutural do espaço interior. O típico módulo gótico (Fig. 10) – o espaço tridimensional ocupado por uma abóbada em cruzaria de ogivas suportada por quatro ou seis colunas que conformam um retângulo em planta – advinha de uma necessidade estrutural das catedrais e por isso a sua aplicação teria de ser, necessariamente, distinta da realidade renascentista. Um dos pontos de interesse do módulo gótico situava-se na necessidade efetiva de percorrer o espaço interior das catedrais para sentir a demarcação visual de cada unidade estrutural na sua plenitude. O sistema modular permitia a duplicação de cada unidade em quatro direções diferentes, criando uma relação de dependência entre as unidades agregadas, uma vez que o espaço das catedrais góticas é lido como um conjunto de forças visuais congregadas num eixo longitudinal, devido à neutralização do impulso visual de cada unidade pela unidade seguinte.

A flexibilidade era uma das mais-valias verificadas neste sistema, tanto no que diz respeito à escala para permitir a criação das naves laterais mais pequenas; à verticalidade para que a

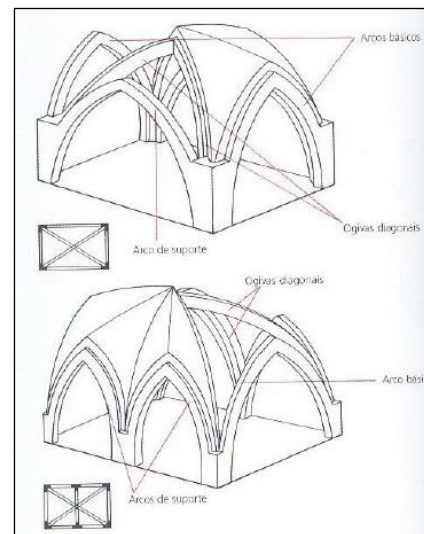


Fig. 10 Em cima, a abóbada em cruzaria simples (4 colunas); e em baixo, a abóbada em cruzaria sexpartida (6 colunas).

volumetria exterior da nave central se destacasse perante as laterais e assim surgir o clerestório iluminado; e ao reajustamento da composição geométrica do módulo, por exemplo em formas pentagonais para rematar capelas radiais.

No caso da arquitetura gótica, é o espaço que sofre a modulação, ou seja, ocorre a iteração de uma unidade estrutural dentro de uma rede teoricamente infinita, ao contrário do que viria a suceder no Renascimento, que como vimos no capítulo prévio, restringia a multiplicação do módulo aos limites físicos das fachadas.

I.II.IV. Arquitetura pombalina

A inclusão de um antecedente prático em contexto português, neste caso da arquitetura pombalina, adequa-se pelas soluções geradas aos desafios enfrentados. A pertinência desta opção reside sobretudo no seu modelo de resposta a uma situação de urgência social, que pode servir de enquadramento para duas situações analisadas posteriormente no presente trabalho: as respostas dadas nos pós-guerras e o projeto de habitação social na Malagueira, embora este último tenha confrontado uma escala de intervenção diferente.

Para falarmos da arquitetura pombalina, é necessário fazê-lo, antes de mais, enquanto solução arquitetónica usada num momento histórico pontual. Esse momento remete-nos para o ano 1755, quando a cidade de Lisboa foi devastada por um sismo seguido de um enorme incêndio, provocando uma destruição total na baixa lisboeta.

O primeiro-ministro Sebastião José de Carvalho e Melo, intitulado Marquês de Pombal, aprovou um plano de reconstrução urgente e eficaz para a capital portuguesa que seria uma referência

pioneira na prefabricação (Fig. 11). Da autoria dos arquitetos Manuel da Maia, Eugénio dos Santos e Carlos Mardel, o plano de reconstrução em questão introduziu aspetos vanguardistas devido ao sistema antissísmico utilizado - a “Gaiola” (Fig. 12) – e aos exemplos de prefabricação produzidos a uma escala nunca antes realizada. A tecnologia usada para materializar a solução pombalina apoiava-se numa base artesanal padronizada, e não menos flexível, de uma retícula tridimensional de madeira - usada na edificação das paredes, coberturas e pavimentos - coberta por diversos materiais de construção igualmente prefabricados.

A prefabricação do sistema permitia a produção dos seus componentes longe das zonas destruídas, eram posteriormente transportadas em diferentes peças padronizadas, para depois serem montadas no próprio local. As vantagens deste sistema são claras, ainda mais num contexto tão propício à rápida construção em massa, podendo ser equiparado à realidade destrutiva das duas guerras mundiais que assolaram grande parte da Europa no século XX.

A reconstrução da Lisboa pombalina é um paradigma da capacidade de controlo na construção dos vários tipos de habitação - conseguidos através das diferentes combinações oferecidas pela estrutura tridimensional de madeira - em termos de custos, de prazos e de montagem. A combinação modular não acontecia, somente à escala do edifício mas também ao nível do tecido urbano. Isso significa que a malha urbana da cidade era configurada mediante uma interação harmoniosa e rigorosa entre os espaços cheios (edifícios habitacionais) e os espaços vazios (ruas, praças, etc.). A viabilidade dessa estruturação modular dependia de uma racionalização da malha que assegurava a necessária hierarquia dos diferentes espaços que compunham a cidade.

A hierarquização presente nos edifícios acontecia na ocupação social de cada piso, traduzida no tratamento diferenciado

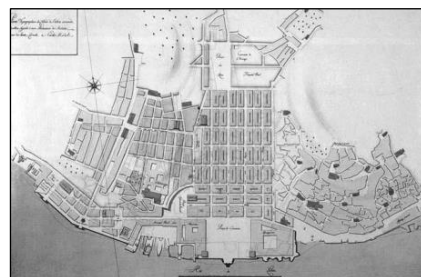


Fig. 11 O plano de reconstrução da baixa pombalina.

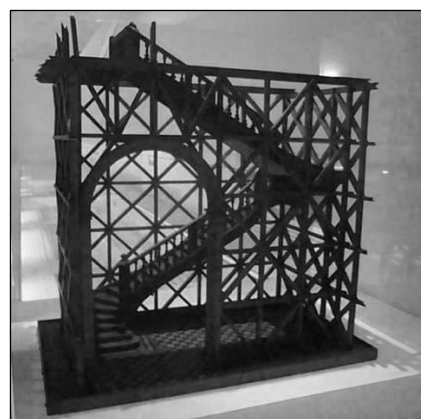


Fig. 12 Sistema antissísmico, a “Gaiola”, usado na reconstrução da Lisboa pombalina.

das fachadas, fosse mediante a variabilidade da altura, dimensão ou intensidade decorativa (Fig. 13). Já no que respeita à hierarquização estabelecida na composição da cidade, as suas principais formas de representação seriam através da largura das ruas e da ocupação funcional dos seus respetivos edifícios, bem como o tratamento hierarquizado dos pisos dos edifícios situados nas ruas de maior importância comercial.



Fig. 13 Fachada pombalina composta por uma repetição rítmica dos vãos.

I.II.V. Conclusões

Nos exemplos que acabaram de ser analisados é possível constatar uma matriz comum no que diz respeito ao uso racional de sistemas construídos por meio de uma modulação, combinação e/ou repetição de elementos. *“O Pártenon, os templos das índias, as catedrais foram construídos segundo medidas precisas, constituindo um código, um sistema coerente, que afirmava uma unidade essencial. O selvagem, em todos os tempos e lugares, assim como o portador de remotas civilizações, o Egípcio, o Caldeu, o Grego, construíram e, por conseguinte, mediram. De que instrumentos dispunham? De instrumentos eternos e permanentes, preciosos, uma vez que fazem parte da pessoa humana. Os seus nomes eram os seguintes: côvado, dedo, polegada, pé, palmo, passo, etc... eram parte integrante do corpo humano e, por essa razão, estavam aptos para servir como medidas às cabanas, casas e aos templos que havia para construir.”*²⁷ É conclusivo observar que a aplicação destes sistemas podiam variar, naturalmente, em aspetos técnicos e materiais, contudo mantinham uma linha de raciocínio que se estende à atualidade, traduzida na simplificação e

²⁷ CORBUSIER, Le - *Le modulator*, pp. 35 e 36.

esquematisação de relações estabelecidas entre três denominadores comuns: o homem, a natureza e a arquitetura.

Nas sociedades pré-históricas verificamos uma utilização primitiva da tipificação das cabanas habitacionais, cujas suas principais funções eram a flexibilidade formal e adaptabilidade territorial devido à ligação que as comunidades nómadas estabeleciam com o território no qual se estabeleciam. As técnicas de produção acabam por ser consolidadas à medida que as comunidades se assentam num só território, originando módulos tipificados mais resistentes e com formas mais diversificadas de acordo com as necessidades comunitárias. Este último aspeto será verificado muitas vezes com o decorrer do trabalho, nomeadamente no projeto de Álvaro Siza para o bairro da Malagueira.

A prefabricação de módulos construtivos começa a ser praticada em grande escala nas sociedades egípcias e mesopotâmicas através de técnicas de produção manuais em que são usados moldes de madeira para a fabricação de tijolos de barro. Isto permitiu, entre outras vantagens, a produção controlada de materiais necessários à construção de grandes edifícios e por consequente um maior domínio nos processos de montagem.

Na arquitetura clássica, o módulo adquire um papel, sobretudo, de organização e composição racional. Os cânones utilizados pelo classicismo organizavam ritmadamente módulos padronizados que se expressavam nas plantas e nos alçados dos edifícios. O equilíbrio visual e proporcional conseguido traduzia-se numa leitura unitária do edifício, um aspeto que terá grande influência na arquitetura de Le Corbusier, como será posteriormente verificado no trabalho.

Os últimos dois exemplos – arquitetura gótica e arquitetura pombalina – foram inseridos na contextualização prática do módulo devido ao aspeto tridimensional que este assume. À semelhança do

conceito defendido por Bemis no “*módulo cúbico*”²⁸, nestes exemplos a leitura do módulo deve ser feita percorrendo os espaços interiores ou exteriores. Isto deve-se à diferença de escala em que este sistema modular pode ser aplicado; para compor o espaço interior ou a retícula estrutural de um edifício; ou para compor a malha urbana de uma cidade.

Atendendo a estes exemplos, podemos resumir cinco tipos de manifestações racionais observados na arquitetura – tipos de habitação; módulos de habitação; módulos construtivos; módulos de composição visual e módulos de composição estrutural - todos eles abordados ao longo desta dissertação.

²⁸ Consultar subcapítulos “I.I.IV. O módulo e a coordenação modular” e “III.I.IV. O duplo sentido do módulo”, para melhor aprofundamento do tema.

PARTE II_
**CONSEQUÊNCIAS DA INDUSTRIALIZAÇÃO
 E TRANSFORMAÇÕES NA HABITAÇÃO**

II.I. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO: A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

(séc. XVIII e XIX)

Para apreender o objetivo principal do trabalho, é introduzida, nesta Parte II, uma contextualização histórico-cultural do objeto de estudo, focando-se nos acontecimentos que tiveram lugar nos séculos que se seguiram à Revolução Industrial e que mudaram para sempre alguns sectores da sociedade. Esta reflexão teórica pretende suscitar uma postura crítica face à prática da industrialização na habitação de forma a poder enquadrar melhor as contingências do módulo.

II.I.I. Contexto histórico-cultural europeu: *precedentes vitruvianos*; a Revolução Industrial e o crescimento dos centros urbanos

Antes da 1ª Revolução Industrial, reinava na Europa, uma época de crítica e de inovação na cultura arquitetónica despoletada no século XV pelas vicissitudes do Renascimento. O crescimento deste espírito deveu-se sobretudo aos valores clássicos e intelectuais - introduzidos no período da antiguidade clássica e recuperados posteriormente no período renascentista - que eram estudados e postos em prática através de um rigoroso sistema de formas canónicas consideradas universais (Figs. 14 e 15). Os cânones permitiam a unidade de uma linguagem e sobretudo, a adaptabilidade a qualquer circunstância fazendo uso da rígida composição racional da sua arquitetura.²⁹ Apesar de tudo, no século

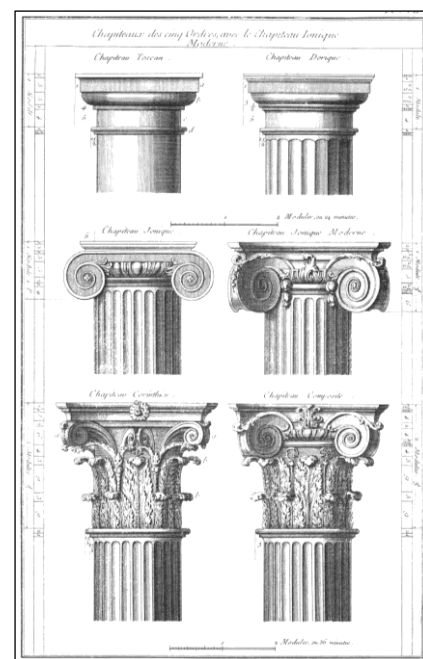


Fig. 14 As ordens clássicas eram consideradas cânones de beleza e de proporção da arquitetura clássica.

²⁹ Consultar subcapítulo “I.II.II. Arquitetura clássica” para melhor aprofundamento do tema.

XVIII, os arquitetos seriam conduzidos a questionar cada vez mais os princípios conceituais de Vitruvius³⁰ e a validade universal das suas regras (Fig. 15), e por outro lado, a valorizar a importância dos estudos arqueológicos e a introdução de novos estilos ornamentais e historicistas - como o Barroco e o Neoclassicismo - de forma a desenvolverem os seus métodos e conceitos no exercício da sua profissão.

Apesar desta racional sistematização que invadiu o panorama europeu, essencialmente no período renascentista, é somente a partir do século XIX, durante o apogeu da Revolução Industrial, que podemos observar uma utilização mais criteriosa de componentes de simplificação de processos, de ideias, de projeto, ou até mesmo do desenho técnico. O fenómeno da industrialização originou naturais e profundas transformações nos mais diversos sectores da sociedade, as quais levaram inevitavelmente ao domínio dos componentes de projeto. Tal facto foi possível devido aos processos industrializados que levaram ao desenvolvimento de princípios cada vez mais automatizados, favoráveis à utilização de normas padronizadas e de medidas pré-definidas, e necessárias para a criação de respostas mais eficientes às elevadas conjecturas socioeconómicas da época. Segundo Leonardo Benevolo³¹, estas transformações, consequentes da industrialização, podem ser explanadas em três pontos:

Primeiro, a modificação da técnica construtiva registada nos materiais tradicionais - pedra, tijolo e madeira – permite que estes comecem a ser produzidos de forma mais racional e distribuídos

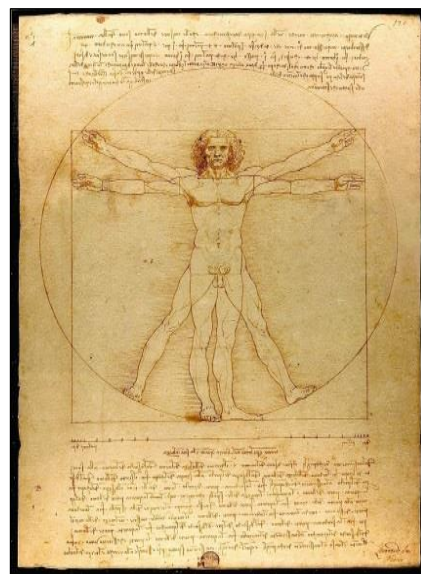


Fig. 15 “Homem Vitruviano”, representação de Leonardo da Vinci: um modelo canónico de proporção e simetria com base no corpo humano, descrito por Vitruvius em *De Architectura*.

³⁰ Escrito ainda no século I a.C., o legado de Marcos Vitruvius - *De Architectura* - influenciou profundamente a arquitetura clássica devido à sua conotação sistemática com os conceitos da proporção e da simetria observadas na natureza, em especial no corpo humano. Os princípios conceituais de Vitruvius defendiam que qualquer estrutura deveria exibir três qualidades: “*utilitas*” (utilidade), “*venustas*” (beleza) e “*firmitas*” (solidez). Uma noção na qual se assentaria praticamente toda a cultura clássica.

³¹ BENEVOLO, Leonardo - *História de la arquitectura moderna*, p. 35.

mais eficazmente. Novos materiais, como o vidro, ferro e betão, irão juntar-se a estes permitindo melhorar a resistência e a oferta de diferentes soluções formais que seriam impensáveis até então. Para isso irá contribuir igualmente, a criação de escolas especializadas³² e a sua importância na formação de profissionais cada vez mais aptos; e o desenvolvimento da geometria como uma disciplina fundamental ao desenho técnico, facilitando a planificação da metodologia construtiva.

O segundo ponto a ter em conta é a abrupta concentração populacional nos centros urbanos devido às melhores condições que estes ofereciam em relação aos centros rurais, o que levou à construção urgente e massiva de habitações sociais. Registou-se com isso, um natural crescimento das cidades, dotadas com instalações mais eficientes e servidas por edifícios públicos com tipologias mais diversificadas devido ao elevado nível de especialização que crescia na sociedade industrial.

O terceiro e último ponto diz respeito ao facto de alguns edifícios irem perdendo a sua identidade, quer seja a nível cultural ou meramente tipológico, devendo-se em grande parte, à sociedade capitalista movida pelo desejo incessante do consumismo capital, territorial e temporal. Benevolo elucida esta questão de uma forma muito pertinente, citando uma frase de Ashton, *“um novo sentido do tempo foi uma das características mais notáveis do tempo da revolução industrial”*³³. Se antes, a longevidade dos edifícios se apresentava como uma consequência involuntária à pouca necessidade de flexibilidade perante as vicissitudes temporais, que eram por natureza mais intransigentes e denunciadas, durante o século XIX essa rigidez foi substituída por uma dinâmica

³² Foi pela França que passou grande parte do ensino e do progresso científico dos séculos XVII e XVIII, inicialmente sustentado pela visão clássica da sua *Académie d'Architecture* (fundada em 1671) e posteriormente pela visão progressista da *École Nationale des Ponts et Chaussées* (instituída em 1716) e da *École des Ingénieurs de Mézières* (criada em 1748).

³³ ASHTON, Thomas S - *La rivoluzione industriale 1760-1830*, p. 129.

valorizada por exigências funcionais cada vez mais concretas e por previsões económicas mais alargadas.

Durante esta época registou-se um salto evolutivo ímpar em toda a história da civilização humana, cujo abrupto desenvolvimento dos centros urbanos acabou por atrair novas questões para o sector arquitetónico. O crescimento das cidades deveu-se ao êxodo rural e à concentração de pessoas nos centros industriais que foram motivadas pela necessidade de emprego e pelas vantagens dos transportes de tração a vapor usados nas suas deslocações. Perante esta sobreocupação urbana nos países afetados pela industrialização e a carência de meios de transportes de longa distância, as periferias transformaram-se em áreas habitacionais desumanas pela sua incapacidade de dar resposta ao rápido aumento da classe operária e com isso salvaguardar as condições mínimas de salubridade. As moradias de baixo custo foram construídas para proporcionarem o máximo de alojamento possível próximo dos centros, deixando para segundo plano, importantes aspetos sociais e arquitetónicos, tais como, a qualidade dos espaços, as instalações sanitárias, o despejo de lixo, a ventilação e a luminosidade.

Quando se tornou evidente que tal situação era insustentável e que ameaçava de forma grave a saúde pública, muitos arquitetos e urbanistas da época sentiram a necessidade de repensar a cidade propondo melhores soluções. No entanto, as primeiras abordagens tardaram em chegar e apenas em meados do século XIX, início da 2ª Revolução Industrial, surgem as soluções mais interessantes devido ao aparecimento de novas técnicas e de novos materiais. Em 1820, Chaussées Vicat descobre o betão e em 1844, a produção industrial do cimento era já uma realidade, permitindo o uso alargado do betão armado. Um dos primeiros exemplos desta época no que toca à habitação plurifamiliar, é o prédio protótipo de baixa densidade (2 pisos) para apartamentos de esquerdo e direito com

logradouro, projetado pelo arquiteto Henry Roberts em 1844 (Fig.16).

Destinado à classe operária de *Pentonville*, em Londres, o projeto acabou por se tornar uma referência influente no futuro do planeamento habitacional, porque visava o melhoramento de condições para uma classe precária através do uso da repetição de modelos referentes a três soluções distintas de organização interior. Uma dessas soluções era destinada à ocupação de um piso por cada família, na qual cada uma possuía dois quartos. Outro tipo existente era a de um modelo de uma família por cada unidade habitacional, cujo piso térreo possuía uma sala de estar com *hall* de entrada, um quarto e uma copa sob as escadas com um pequeno pátio, relegando o piso superior para a ocupação de dois quartos maiores. Verificava-se ainda um outro tipo de habitação destinada somente ao sexo feminino e fortemente marcada por um aspeto comunitário, materializado por espaços comuns exteriores e por um esquema interior de quinze quartos distribuídos ao longo de um corredor central, que se repetia em ambos os pisos.

A maioria destas propostas distinguiam-se ainda pela natureza de transição entre produção artesanal e produção industrial. As técnicas construtivas eram sobretudo artesanais, contudo seguiam uma linha deliberada de processos racionalizados através da repetição sistemática de determinadas organizações espaciais e de soluções construtivas, resultando muitas vezes em soluções monótonas e repetitivas (Fig. 17).

II.I.II. Arquitetura do ferro e do vidro

Será em meados do século XIX, com a introdução da *arquitetura do ferro e do vidro*, que se inicia uma viragem fundamental na abordagem ao modo de construção, permitindo

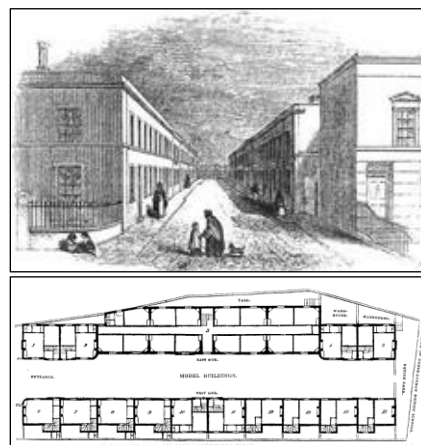


Fig. 16 Unidades de habitação "Bagnigge Wells" de Henry Roberts.



Fig. 17 A excessiva monotonia criada pela repetição de modelos habitacionais caracterizam os bairros ingleses da 2ª metade do séc. XIX.

uma panóplia de novas possibilidades de composição técnica e arquitetónica dos edifícios. Pela primeira vez na Europa, estrutura e revestimento eram fabricados industrialmente e integrados totalmente na construção de um edifício. O exemplo mais emblemático é desenvolvido no âmbito da primeira Feira Mundial de Exposições realizada em 1851, na qual Joseph Paxton apresenta com o seu projeto - *Crystal Palace* (Fig. 18) - inovações essenciais ao nível da prefabricação, valorizando a racionalização dos processos, tendo em vista a economia de custos e de meios, e a eficácia não só na execução mas igualmente na desmontagem do edifício. Exemplo do potencial de sistematização da construção, os elementos standardizados definiam-se em função da otimização de uma base de construção modular, que derivava do dimensionamento máximo do pano de vidro possível de ser produzido na época.

Uma metodologia racional que posteriormente será transportada, primeiro, para os edifícios públicos de grande escala, e mais tarde, para a habitação. Para os edifícios de cariz público (pavilhões de exposições, mercados abastecedores, fábricas, escolas, hospitais, etc), foram testadas inovações resultantes da experiência pioneira de Joseph Paxton, que combinava a aplicação de novas técnicas, de novos materiais e consequentes modos de construção. Em função do carácter utilitário e funcional destes edifícios, não houve especial preocupação em ocultar o lado mais expressivo dos novos materiais como acontecia no *Crystal Palace*. Espaço e estrutura tornaram-se num só e com isto, novas soluções estruturais foram praticadas, nomeadamente através de componentes prefabricados em ferro e vidro, ou estruturas de grandes vãos em betão armado por cofragem (“in situ”)³⁴ e betão armado parcialmente prefabricado.

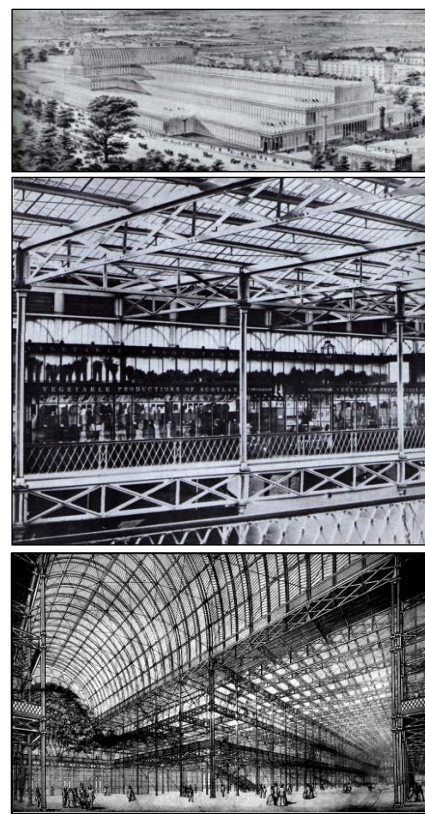


Fig. 18 Ilustração e interiores do “Crystal Palace” de Joseph Paxton, 1851.

³⁴ O termo “in situ”, contextualmente, refere-se à cofragem de betão armado feita no próprio local de construção principal, ao contrário do que acontece com betão

Entretanto, a industrialização fornecia uma enorme quantidade de elementos arquitetónicos e construtivos produzidos em série, pondo à disposição do público catálogos indicando os materiais produzidos pela indústria que podiam ser incorporados na composição de um edifício.

II.I.III. O ecletismo da arquitetura norte-americana

Nos EUA, por exemplo, verificou-se uma forte industrialização e um enorme desenvolvimento na produção de escadas, cornijas e portas que apresentavam uma panóplia de opções de forma a responderem às necessidades de cada pessoa. Esta standardização de elementos foi acompanhada por uma tendência eclética própria da época, registando um gosto de estilos distintos. A forma de um certo espaço, o número de compartimentos numa casa ou as suas dimensões podiam variar de acordo com o gosto ou as possibilidades económicas do proprietário, porém com semelhanças intrínsecas nas suas inter-relações espaciais e no seu comportamento estrutural (Figs. 19 e 20). Este facto é explicado com um estilo de vida idêntico aliado a um ideal normalizado da própria habitação. Ainda que esse fenómeno não fosse exclusivamente americano, os EUA se perfilaram como um local perfeito para o seu florescimento, devido, por um lado, à falta de uma longa tradição histórica e, por outro, à multiplicidade de culturas diferentes de que eram portadores os vários imigrantes, o que requeria a criação de modelos unificadores do comportamento em sociedade.

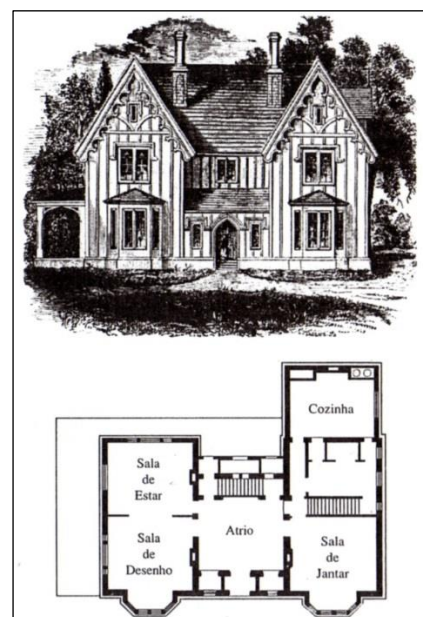


Fig. 19 Ilustração e planta de um edifício de estilo neogótico.

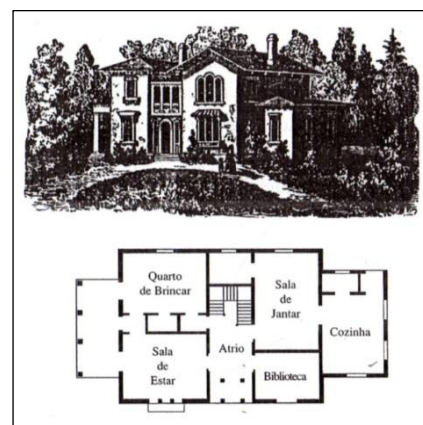


Fig. 20 Ilustração e planta de um edifício de estilo italianizante.

prefabricado onde este é fabricado antes de ser montado no local de construção, respeitando dimensões e técnicas de construção padronizadas para facilitar os processos de montagem e/ou de substituição.

O arquiteto José Pinto Duarte, faz referência a uma interessante relação entre o código social e a arquitetura da casa e que ajuda a esclarecer esta questão da monotonia presente na estrutura formal dos espaços habitáveis. Defende o autor que o “*comportamento social origina uma dada estrutura formal*”³⁵, revelando uma importante condição cultural inerente à arquitetura e que limita, na prática, as possíveis soluções de sistemas modulares aplicados na habitação. Este parecer faz sentido se pensarmos que os aspetos organizativos e formais de uma habitação não são mais do que um reflexo de necessidades que apesar de divergirem em certos aspetos, quer a nível pessoal ou social, respondem sempre a uma base cultural que ultrapassa a questão temporal dessas necessidades.

II.I.IV. Modelos utópicos de cidades racionais

O “novo mundo industrial” de Charles Fourier, publicado em 1829, exemplificou uma das muitas propostas utópicas do século XIX, levadas a cabo por pensadores que questionavam as formas irracionais da cidade real, e propunham, ao invés, uma cidade ideal ditada por uma pura racionalidade. A proposta de Fourier estabelecia comunidades ideais denominadas de *phalanstères*³⁶ (Fig. 21), projetadas em redor das cidades, no campo aberto e cujo funcionamento era autossustentável, de predominância agrícola. Estas soluções destacavam-se pela forte vivência comunitária dos seus espaços e por uma distribuição de cada um dos seus três pisos de acordo com o seguinte modelo: os anciãos ocupavam o piso térreo; as crianças o primeiro piso; e o piso superior seria destinado

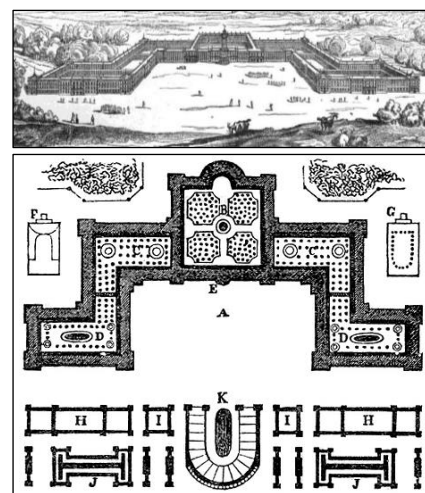


Fig. 21 O *phalanstère* de Charles Fourier, um exemplo de composição e organização racional de espaços.

³⁵ DUARTE, José Pinto - *Tipo e módulo: uma abordagem ao processo de produção de habitação*, p. 36.

³⁶ FRAMPTON, Kenneth - *Historia crítica de la arquitectura moderna*, p. 22.

aos adultos. O edifício caracterizava-se por uma rigorosa simetria e por três grandes pátios, sendo o central aquele que servia todo o edifício.

Outra solução semelhante, foi o *familistère*³⁷ (Fig. 22), de Godin, datada de 1859 e que no fundo seria a modificação da proposta de Fourier em dois pontos importantes. Em primeiro lugar, o peso da iniciativa apoiada numa indústria; e em segundo, a vida comunitária seria esquecida, oferecendo a cada família um alojamento individual num grande edifício com pátio central coberto por uma estrutura de vidro. O edifício assemelhava-se a uma cooperativa familiar, pois compreendia 3 blocos residenciais próximos da fábrica que eram compostos por uma creche, um jardim infantil, um teatro, escolas, banhos públicos e uma lavandaria.

Ainda que estas soluções fossem do domínio utópico, é importante reter uma linha de pensamento pioneira que dará início a uma reforma da paisagem urbana e rural, e com isso, à arquitetura moderna.

As várias transformações instigadas pela Revolução Industrial, analisadas neste capítulo, darão início a uma nova era de grande expansão territorial, tecnológica, social e económica, que terá no século XX, o período de maior afirmação comparativamente aos atuais critérios de projeto. O distanciamento com os inúmeros cânones de proporção estética e estilística, conduzirá a uma inevitável aproximação com os verdadeiros problemas relacionados com a produção industrial dos elementos construtivos: a estandardização; a repetição; a prefabricação; a coordenação modular.

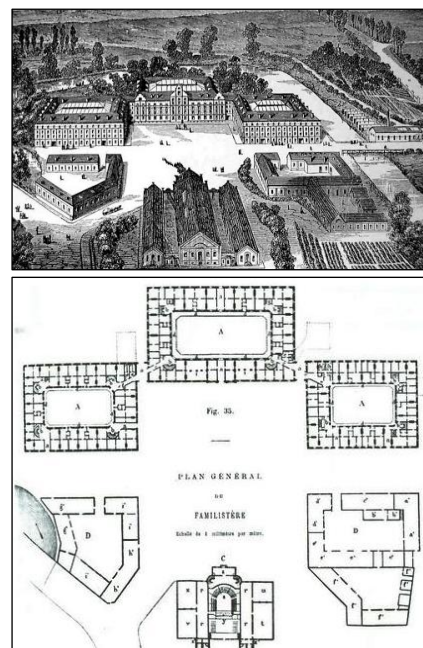


Fig. 22 O *familistère* de Godin e a sua relação de espaços entre os blocos residenciais, a fábrica e o exterior.

³⁷ FRAMPTON, Kenneth - *Historia crítica de la arquitectura moderna*, p. 22.

PARTE II_
*CONSEQUÊNCIAS DA INDUSTRIALIZAÇÃO
E TRANSFORMAÇÕES NA HABITAÇÃO*

II.II. A INDUSTRIALIZAÇÃO DA HABITAÇÃO DO SÉC. XX: AS EXPERIÊNCIAS DOS PÓS-GUERRAS

II.II.I. As condicionantes da mudança de século

A última década do século XIX foi propícia à instalação de uma crise na cultura artística tradicional. Toda a intenção que se havia mantido durante os últimos séculos - na aposta de propostas arquitetónicas ligadas ao historicismo e ao ecletismo - começou a mostrar sinais de desgaste favoráveis a uma renovação da arquitetura. Seria, portanto, um período marcado essencialmente pela grande atividade no campo teórico por positivistas que rejeitavam as habituais referências estilísticas proliferadas no reportório arquitetónico; e que defendiam uma constante renovação da linguagem arquitetónica estabelecida através da relação mais peculiar entre a arte e as ciências naturais e sociais.

No início do século XX verifica-se uma mudança de atitude por parte dos arquitetos, que centraram os seus esforços na criação de uma nova arquitetura ajustada ao mundo industrializado, porém seria uma intenção que cedo se revelaria um contrassenso na relação que pretendiam atingir, muito mais estreita entre as necessidades e as propostas arquitetónicas. Uma relação caracterizada por um funcionalismo arquitetónico que tinha como objetivo responder à uniformidade verificada na habitação plurifamiliar do século XIX, estabelecendo um leque de soluções mais variadas e adequadas a diferentes problemas arquitetónicos.

A industrialização e a tecnologia alteraram por completo o rumo da história moderna ao proporcionarem novos instrumentos à sociedade, construída sob dois grandes pilares: uma produção massiva e uma economia de escala. O tema da habitação acaba por

adquirir inevitavelmente um protagonismo privilegiado no debate social e arquitetónico. A nova ideia de habitar que nasce com o século XX, munida de diferentes formas e materiais, propõe mudar o cenário da vida quotidiana centrando-se na reflexão sobre que formas residenciais deveriam corresponder a um mundo sob profunda transformação.

Frederick Taylor, engenheiro mecânico que no fim do século XIX se interessou por um modelo de administração talhado para a eficácia operacional dos processos industriais, publicou em 1911, o livro *The Principles of Scientific Management* que viria a servir de catalisador para a produção em série. Taylor acreditava que cada fase particular do processo de produção poderia ser maximizada, através da eliminação das tarefas mais lentas e desnecessárias do trabalhador, treinando-o em novos movimentos mais eficazes para conseguir rentabilizar melhor o tempo gasto nas diversas fases de produção.

Henry Ford, foi quem melhor aplicou os princípios de Taylor, transpondo-os para a indústria automóvel com a produção do seu veículo modelo “T”³⁸ (Fig. 23). A fim de maximizar a produção, Ford recorria a um produto inteiramente padronizado, ou seja, a um modelo-base usado numa repetição em série.



Fig. 23 Ford modelo T em 1915.

Estes princípios não iriam passar despercebidos aos arquitetos modernos, e constituiriam de resto, um caminho importante para aplicação da produção em série no fabrico de materiais construtivos, acessórios decorativos, elementos arquitetónicos, entre outros.³⁹ Os conceitos da produção industrial - estandardização e coordenação modular - convertem-se em

³⁸ Lançado em 1908, o automóvel *Ford modelo T* viria a mudar o rumo da indústria automóvel, nomeadamente a partir de 1913 quando H. Ford decide aplicar a linha de montagem e a produção em série na sua fábrica, permitindo pela primeira vez, um veículo pessoal económico, seguro e de acessível manutenção.

³⁹ Cf. HABRAKEN, N. J. *Housing for the millions*, pp. 21 e 22.

símbolos de série e de mecanização que não abdicavam do seu valor estético inerente, possibilitando, assim, uma maior aproximação entre a indústria e a arquitetura.

Havia, portanto, uma nítida intenção de que a boa arquitetura se tornaria acessível à população, como acontecia com os produtos de outras indústrias. A casa era entendida mais como um bem de consumo do que como um artefacto cultural e o impacto provocado por esse valor foi determinante para a caracterização da cidade moderna, uma vez que as propostas arquitetónicas que defendiam a *“negação e rejeição das formas históricas”*⁴⁰, compunham *“a trama de fundo sobre a qual se assenta a ideia de cidade elaborada pela cultura arquitetónica da primeira metade do séc. XX.”*⁴¹

Esta fase de transição do século XIX para o século XX ficou marcada igualmente por uma revolução tecnológica ao nível construtivo, responsável por produzir novos materiais de construção e novas soluções estruturais. A invenção do elevador, a divulgação do betão e o aperfeiçoamento da estrutura de ferro resistente ao fogo, constituíram alguns desses elementos tecnológicos que conduziram à exploração intensiva dos centros urbanos, através da construção de edifícios de grande altura de modo a economizar o espaço territorial.

Uma das principais consequências que resultou da industrialização foi a maior concentração do programa habitacional nas zonas periféricas da cidade e a concentração do espaço de trabalho no núcleo urbano. Até então, ambos eram espaços com menos autonomia e partilhavam o mesmo edifício cujo programa principal era a habitação unifamiliar, principal componente do tecido urbano das cidades tradicionais. Esta condição incitou uma

⁴⁰ MARTÍ ARÍS, Carlos - *Las formas de la residencia en la ciudad moderna : vivienda y ciudad en la Europa de entreguerras*, p. 13.

⁴¹ *Idem*

profunda transformação, que se estendeu a várias escalas, desde a redefinição conceitual e arquitetónica dos edifícios de habitação até à composição urbana das cidades modernas. A pressão demográfica provocou a densificação em altura e profundidade dos velhos tecidos residenciais, o que resulta numa substituição massiva da habitação unifamiliar pela habitação coletiva própria do quarteirão típico da cidade industrial do século XX.

Le Corbusier foi um dos protagonistas mais influentes da arquitetura habitacional no século XX. Foi importante, não só, por estabelecer uma paisagem crítica da arquitetura doméstica, como também foi responsável pela invenção poética associada ao desenvolvimento da casa moderna. *“Ao individualismo, fruto do delírio, preferimos o banal, o comum, a regra mais que a exceção. O comum, a regra e a regra comum são bases estratégicas do caminho para o progresso e para o belo. O belo em geral, atrai-nos, enquanto que o belo heroico nos parece um incidente teatral.”*⁴²

Nos países europeus mais industrializados – Alemanha, Inglaterra e França – proporcionou-se o crescimento de uma cultura vanguardista, focada na discussão ativa das questões arquitetónicas e urbanísticas que pretendiam dar resposta às transformações urbanas decorrentes da industrialização.

De todos estes países, a Alemanha afirmou-se no início do século, tornando-se inclusive, o centro da cultura arquitetónica europeia por várias razões, das quais se destacaram, o facto de o país não possuir uma tradição industrial tão forte como a Inglaterra e a França. Tal facto foi decisivo para o surgimento de um cenário favorável à criação de uma sociedade progressista, dirigida por economistas, políticos e, sobretudo, artistas e teóricos

⁴² SUDJIC, Deyan - *Home : the twentieth-century house*, p. 32.

vanguardistas que não se orientavam pelos poderes estabelecidos. Isto explicava a influência na produção industrial exercida por esta classe social, através da sua colocação em quadros de escolas estatais; da sua orientação de revistas com grande visibilidade; e da sua organização de exposições. Representavam, portanto, um papel determinante na política cultural de todo o país.

Em 1907, surgiu na Alemanha a organização mais importante a nível cultural, a Deutscher Werkbund, fundada por um grupo de artistas e críticos, entre eles, os arquitetos Peter Behrens, Walter Gropius e Mies Van der Rohe. Com o objetivo de reunir o melhor da arte, da indústria e do artesanato, esta organização defendia um patamar de qualidade no *design* de produção industrial.⁴³ A Werkbund seria fortemente afetada, intelectualmente, durante o decurso da guerra, porém sairia fortalecida após o término desta, resultando numa organização que estaria no centro da arquitetura moderna alemã.

II.II.II. O primeiro pós-guerra e o Movimento Moderno

As consequências bélicas, e sobretudo, a interrupção das atividades produtivas e profissionais dos arquitetos durante a 1ª guerra mundial (1914-1918), provocaram nos artistas da época, uma maturação intelectual das teorias artísticas vanguardistas, que aliada à necessidade urgente de reconstrução, revelou-se determinante na origem do Movimento Moderno. Walter Gropius pronunciou-se mais tarde sobre esta questão, clarificando de forma inequívoca a dimensão que esta experiência adquiriu no crescimento intelectual dos arquitetos. “*A plena consciência das*

⁴³ Cf. ALBUQUERQUE, Carlos – 1907: *Fundação do Deutscher Werkbund*, Deutsch Welle (DW), DW news (Brasil). Disponível em: <<http://dw.com/p/DBgh/>>. Acesso em: 15 Maio 2016.

minhas responsabilidades como arquiteto, fundada nas minhas próprias reflexões, revelam-se, em mim, como resultado da primeira guerra mundial, durante a qual, as minhas premissas teóricas tomarão forma pela primeira vez. Depois daquele violento acontecimento, todo o ser pensante teve a necessidade de uma mudança intelectual. Cada um, no seu campo particular de atividade, desejava contribuir para preencher o abismo desastroso que se abriu entre realidade e ideal.”⁴⁴

Se antes da guerra, os problemas associados à habitação eram recorrentes, os mesmos agravaram-se no pós-guerra. A reconstrução era de tal forma urgente e massiva que a maioria das obras eram encomendadas pelo Estado e por entidades públicas. Houve, conseqüentemente, um maior domínio da urbanística pelo rigor e o controlo que estas entidades impuseram no planeamento e na construção dos edifícios de habitação social.

Durante este período, destacou-se uma sensibilidade estética alcançada pelo cubismo através da leitura de uma simplicidade própria composta por formas complexas e confusas, dignas do mundo caótico em que se vivia.

Em 1917, o neoplasticismo adquire um protagonismo na moldação da cultura moderna holandesa. Influenciado por uma postura que ia desde o cubismo à total abstração, o neoplasticismo, foi inicialmente traduzido nas pinturas de Mondrian, Van Doesburg e Van der Leek e só depois transposto para arquitetura por meio de J. P. Oud, J. Wils e G. Rietveld. Os seus ideais, reunidos na revista “De Stijl”, previam um “*equilíbrio de tensões*”⁴⁵ proveniente da

⁴⁴ WALTER, Gropius - *La nueva arquitectura y la Bauhaus*, p. 52.

⁴⁵ ZEVI, Bruno - *Poetica dell'architettura neoplasticista : il linguaggio della scomposizione quadrimensionale*, p. 23.

decomposição dos elementos bidimensionais, com o objetivo de atingir uma “*nova unidade plástica*.”⁴⁶

O espírito generalizado de que as artes decorativas pontuadas por adereços ornamentados formavam a essência caracterizadora de um estilo arquitetónico, era desacertado e carecia de uma redefinição urgente através do nascimento de uma nova época: “*o mecanicismo, facto novo na história humana, suscitou um espírito novo. Uma época cria a sua arquitetura que é a imagem clara de um sistema de pensar*.”⁴⁷ Defender a estética presente na indústria moderna, era o primeiro passo para entender a competência que a máquina tinha para gerar proporção, ordem, rigor e harmonia. Não poderia prevalecer a noção de que aqueles que estariam ligados à produção industrial, seriam totalmente alheios à atividade estética porque eram precisamente eles os “*mais ativos criadores da estética contemporânea*”⁴⁸ por tudo aquilo que a indústria representava na sociedade moderna.

Na Alemanha, em 1919, Walter Gropius fundou a escola de ensino Bauhaus, aquela que seria um dos veículos de maior expressão do Modernismo na Europa. A sua principal função, passava por estruturar um método de ensino que privilegiasse o trabalho coletivo e a complementaridade de duas experiências distintas (a indústria e o artesanato), para conseguir corrigir a incapacidade demonstrada pela evolução intelectual em acompanhar o ritmo alcançado pela evolução técnica durante o período bélico.

A filosofia da Bauhaus captava atenção do público não só com discursos e publicações, mas também com demonstrações práticas. Tendo em vista a exposição da Bauhaus em 1923, Gropius realizou um projeto habitacional que pretendia reunir as pretensões

⁴⁶ ZEVI, Bruno - *Poetica dell'architettura neoplastica : il linguaggio della scomposizione quadrimensionale*, p. 23.

⁴⁷ CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitetura*, p. 59.

⁴⁸ *Idem*

da escola, a *Haus am Horn* (Fig. 24). Consistia num sistema de habitação que pretendia repetir-se em série e oferecer o maior conforto e a melhor distribuição do espaço pela forma, tamanho e articulação, com o mínimo de custo possível. Uma proposta que se definia pela composição modular de cada um dos seus espaços, propondo uma simples organização interior de espaços cúbicos que se desenvolviam em torno de um espaço central, destacado volumetricamente. Apesar da relação que estes espaços criavam entre si não só visual como também dimensionalmente, cada um deles tinha um carácter próprio que lhe servia o seu propósito da maneira mais funcional possível.

Ainda durante o ciclo produtivo da Bauhaus em Dessau, é também nota de registo o projeto de Gropius para a habitação plurifamiliar de Torten. Para compreender as reais intenções do arquiteto neste projeto, é preciso introduzir um novo paradigma que tende a impor-se na configuração das novas implantações deste período. Como resposta ao grande desenvolvimento da racionalização nos processos de produção da habitação plurifamiliar, o conceito da linearidade foi um ponto importante e muito recorrente na implantação do edificado.⁴⁹

A implantação linear (Fig. 25) assume contornos importantes no reforço da força dinâmica e da aspiração igualitária, ambas, características da sociedade moderna. Abdicava-se, portanto, de um valor hierárquico dos espaços em detrimento da uma equivalência de condições para todos os elementos que configuravam uma estrutura. Desta forma, o esquema linear é mais congruente com o princípio da repetição e com a produção em série de um modelo padronizado.

No projeto de W. Gropius para o complexo de Torten (Figs. 25 e 26), podemos observar a linearidade aplicada, não só porque

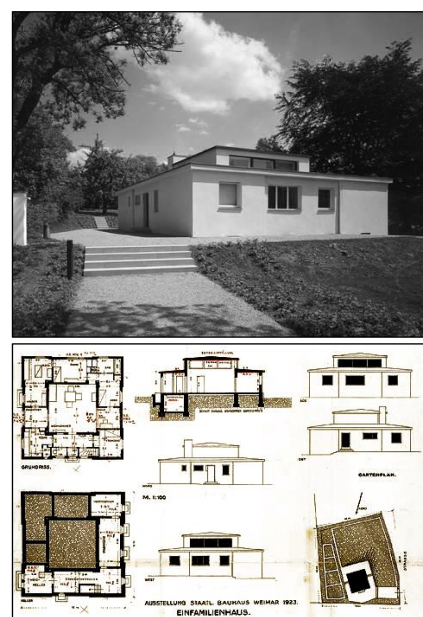


Fig. 24 *Haus am Horn*, W. Gropius, 1923.



Fig. 25 Implantação parcial do Bairro de Torten, W. Gropius, 1926.

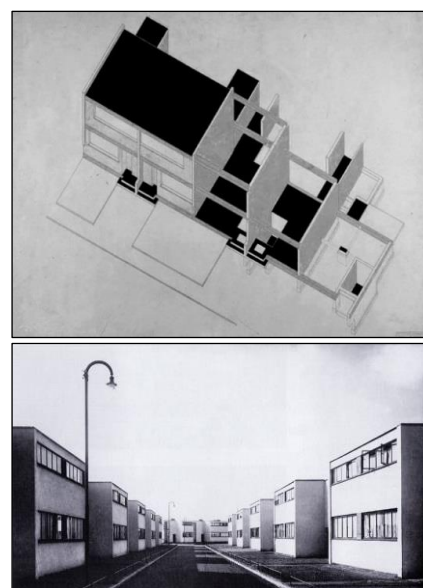


Fig. 26 Bairro de Torten, W. Gropius, 1926.

⁴⁹ Cf. MARTÍ ARÍS, Carlos - *Las formas de la residencia en la ciudad moderna : vivienda y ciudad en la Europa de entreguerras*, p. 32.

se coaduna com uma produção em série de elementos construtivos prefabricados que corporizam uma agregação de módulos, mas também porque constitui uma intenção de assumir as condições impostas pela produção industrializada como um dado adquirido na disposição da arquitetura, como vemos, por exemplo, no exemplo de Torten - *“o mecanismo de translação da grua parece prefigurar a forma da edificação.”*⁵⁰

Se a experiência coletiva da Bauhaus se traduzia numa contribuição de soluções universais e, portanto, no centro ideal do Movimento Moderno, a experiência individual de Le Corbusier abre a discussão para a unidade virtual.

Sob a problemática da habitação, surge a reavaliação dos valores existentes e, conseqüentemente, dos elementos essenciais do habitar. A construção industrial deveria, no entanto, ser alvo de análise crítica e de investigação experimental, com a criação de requisitos intelectuais para a produção em série.

A partir de 1914, Le Corbusier começa os seus estudos da célula habitacional realizados debaixo de uma visão controversa sobre a realidade autêntica, porém muitas vezes ignorada, do mundo industrializado. Uma ideologia muito bem retratada nas palavras do próprio: *“se arrancarmos do coração e do espírito os conceitos imóveis da casa e se encararmos a questão, de um ponto de vista crítico e objetivo, chegaremos à casa-instrumento, casa em série, sadia (e moralmente também) e bela pela estética dos instrumentos de trabalho que acompanham a nossa existência.”*⁵¹

A casa *Dom-ino* de 1914 (Fig. 27) representou uma revolução na conceção espacial e na indústria construtiva, propondo um sistema de lajes planas e pilares de betão, na qual seriam inseridos elementos prefabricados em série possíveis de serem montados

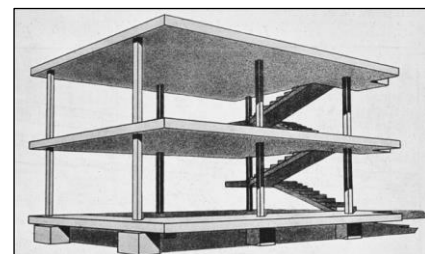


Fig. 27 Casa *Dom-ino*, Le Corbusier, 1914.

⁵⁰ MARTÍ ARÍS, Carlos - *Las formas de la residencia en la ciudad moderna : vivienda y ciudad en la Europa de entreguerras*, p. 33.

⁵¹ CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitetura*, p. 159.

pelos próprios clientes. A interpretação deste manifesto foi associada, tal como o próprio nome o sugere, à potencialidade da casa estandardizada ser transformada numa peça de dominó ou num *objeto tipo* que poderia ser combinado e agrupado de diferentes maneiras.

A casa *Citrohan* de 1920 (Fig. 28) representaria a comunhão entre o mundo automóvel e arquitetura, “*uma casa como um automóvel, concebida e organizada como um autocarro ou uma cabine de navio.*”⁵² Le Corbusier chega mesmo a elevar o patamar conceitual da casa ao defendê-la “*como uma máquina de morar ou como uma ferramenta.*”⁵³ Seria testado pela primeira vez, neste protótipo, o pé direito duplo na sala de estar relacionada com um mezanino dos quartos localizados no piso superior.

Influído pela visão racionalista que crescia na Europa nos anos 20, Hans Schmidt foi outro dos arquitetos que soube dar sequência à crescente tendência arquitetónica, aplicando o tema da célula estandardizada nos seus trabalhos.⁵⁴ O arquiteto, natural de Basileia, desenvolveu alguns trabalhos compostos por células habitáveis possuidoras de identidade e autonomia; e por estruturas coletivas que constituíam a consequência lógica da exploração feita às possibilidades agregadoras das ditas células. O contexto particular em que foi desenvolvida a casa Schaeffer, em Basileia (Fig. 29), pode ser considerado como um resultado do processo de investigação de Schmidt, ou seja, um protótipo experimental que serviria de matriz para elaborar um projeto de casas em série (Fig. 30). Podemos observar no legado de Schmidt, aplicações práticas decorrentes deste período experimental (Fig. 31), no qual existiram uma clara apetência para abordagem de temas direcionados à

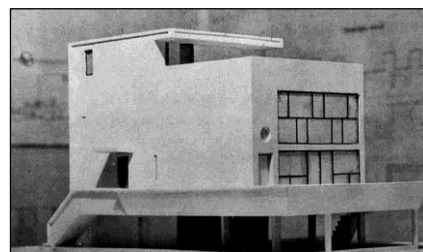


Fig. 28 Casa Citrohan, Le Corbusier, 1920.

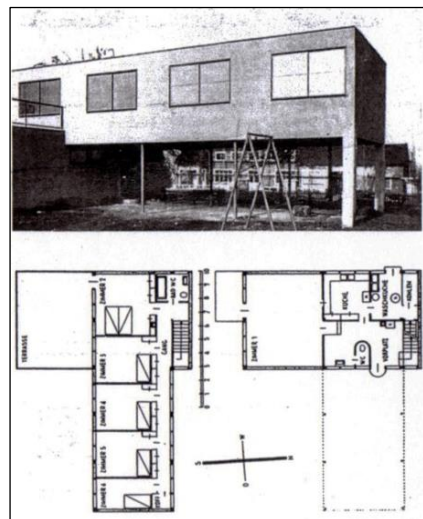


Fig. 29 Casa Schaeffer, Hans Schmidt, 1927.

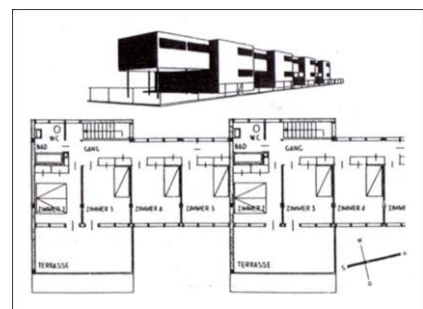


Fig. 30 Estudo para uma agregação de casas estandardizadas, Hans Schmidt, 1927.

⁵² CORBUSIER, Le - Por uma *Arquitetura*, p. 170.

⁵³ *Idem*

⁵⁴ Cf. MARTÍ ARÍS, Carlos. *Las formas de la residencia en la ciudad moderna : vivienda y ciudad en la Europa de entreguerras*, pp. 46 e 47.

resolução de questões inatas à produção massiva (e por isso, industrial) de habitação, das quais sobressaem; a simplificação de processos; a construção normalizada; a estandardização de elementos construtivos e a repetição de padrões.

Verificamos um conceito transversal nos seus projetos - o desenvolvimento e a repetição de uma tipologia estandardizada – que é responsável pela “*subdivisão racional da superfície da casa, como no caso da indústria automóvel.*”⁵⁵ O princípio modular com o qual estabelecia, dimensionalmente, as relações dessas subdivisões interiores era igualmente aplicada na vertente construtiva dos seus edifícios, na qual a prefabricação e a estandardização dos diferentes módulos construtivos, ofereciam soluções económicas dotadas de uma certa individualidade e não menos eficientes do ponto de vista tectónico (Fig. 32).

O arquiteto J.P. Oud, continuou a trabalhar sobre a poética neoclássica holandesa desenvolvida e divulgada pelo “De Stijl”, do qual fazia parte, e em 1924 iniciou o seu reportório habitacional de maior qualidade, realçando dois trabalhos: o primeiro, o complexo em banda de casas geminadas, nos subúrbios de Hoek van Holland; e o segundo, o bairro operário de Kiefhoek, um ano depois.

No projeto em Hoek van Holland (Fig. 33), Oud, pretendia esconder a decomposição neoclássica do programa através do carácter introvertido com que foi tratado o edifício. O facto de os blocos conterem duas filas de habitações sobrepostas, contribuía para o módulo da fachada resultar num ritmo lento e bastante espaçado, o que obrigou a um arredondamento das suas extremidades para não quebrar o ritmo.

Em Kiefhoek (Fig. 34), o arquiteto holandês recorreu ao uso da simetria para suavizar as condicionantes externas, e ao uso da

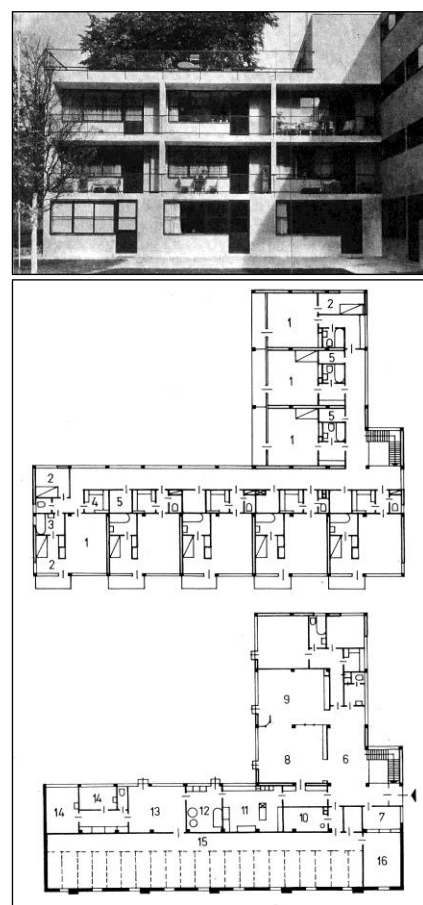


Fig. 31 Projeto de habitação para mulheres solteiras, em Basileia, H. Schmidt, 1929.

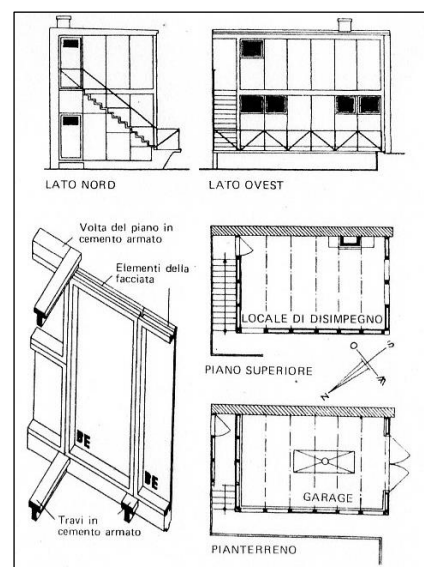


Fig. 32 Projeto de uma garagem com quarto em placas de betão prefabricado, em Basileia, H. Schmidt, 1925.

⁵⁵ SCHMIDT, Hans - *Contributi all' architettura 1924-1964*, p. 69.

casa-tipo de dois pisos que é repetida numa composição em clara harmonia com a envolvente. O tema da repetição é igualmente usado no tratamento da fenestração dos pisos superiores, através de uma faixa contínua para conseguir um aspeto mais unitário do edifício. Apesar da sua ininterruptção visual, o ritmo da faixa é muito bem conseguido através de um jogo de simetria e de racionalidade, comum em todo o projeto e aplicado no espaçamento dos caixilhos e das vigas de forma a demarcarem subtilmente o módulo de cada célula.

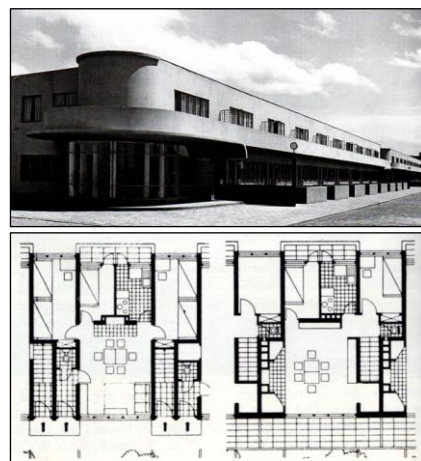


Fig. 33 Projeto de casas geminadas, em Hoek van Holland, P. Oud, 1924.

Como vimos, a primeira guerra mundial, para além do rótulo de destruição a que está inevitavelmente ligado, foi de facto o precursor da arquitetura moderna. A urgente construção de habitação solicitada por uma Europa destruída, obrigou a uma colaboração inédita entre os arquitetos e a produção industrial; e, sobretudo, a uma total redefinição de valores, conceitos e tendências por parte dos arquitetos. São várias e interessantes as soluções que se verificaram durante esse período, no entanto, muitas delas não passaram de estudos ou soluções experimentais que serviriam para a consolidação industrial da habitação, verificado após a segunda guerra mundial.

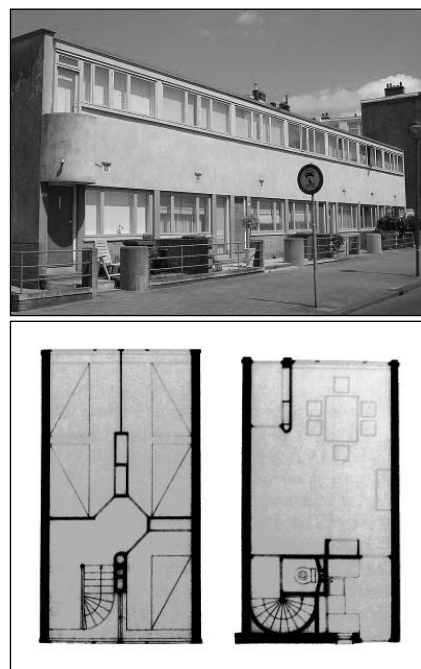


Fig. 34 Bairro operário de Kiefhoek, P. Oud, 1925.

II.II.III. O segundo pós-guerra

O segundo conflito mundial (1939-1945) acabou por transcender em tudo, a primeira grande guerra (1914-1918) inclusive o rasto de destruição material e cultural.⁵⁶ No entanto, este acontecimento deu início a um período de grande expansão económica, que impôs, em certos países, transformações sociais

⁵⁶ Cf. HABRAKEN, N. J. *Housing for the millions*, p. 37.

mais céleres e profundas do que em qualquer outro período da História. O ritmo acelerado em que foram desenvolvidas estas transformações, deu origem a um notório desfasamento entre a reconstrução e a planificação urbana devido à inconformidade entre as medidas de urgência exigidas pela destruição e as medidas a longo prazo exigidas pelo desenvolvimento económico.

Em países como Inglaterra e Rússia, esse desequilíbrio foi esbatido com o cumprimento de esforços excepcionais para ajustar os programas urbanísticos às exigências da reconstrução, recorrendo à planificação de novos ordenamentos em áreas urbanas e suburbanas. O mesmo não aconteceu em outros países da Europa, como Itália, França e Alemanha, onde a reconstrução do edificado não estimulava um paralelo ordenamento urbanístico, mas antes um desacordo com alguns dos modelos urbanísticos existentes, amplamente praticados pela arquitetura moderna.

A falta de organização e de planificação prévia dos centros urbanos, resultaram em problemas de estruturação urbana e habitacional (existentes já no período pré-guerra) que acabaram por se agravar com a inevitabilidade dos efeitos de estagnação e destruição provocados pela guerra. Perante esta crise, o Congresso Internacional da Arquitetura Moderna (CIAM) de 1933, aprovou uma nova vertente orientada para a planificação de um novo modelo espacial urbano e habitacional - a Carta de Atenas - baseado na decomposição urbana, através da divisão e estruturação funcional inerente à cidade. Esta “sectorização” de residências, administração, produção, comércio e lazer, exigia o fim da habitação em fila ao longo das vias de comunicação, e favorecia a construção de habitação coletiva ordenada em filas perpendiculares às ruas. Garantia-se, assim, um maior aproveitamento da luz solar, uma ventilação mais apropriada, bem como uma paisagem qualificada com os espaços verdes entre os edifícios.

Uma das respostas mais significativas à crise urbana e habitacional, agravada com os efeitos devastadores da guerra, foi o projeto de reconstrução urbana para o centro da cidade francesa Le Havre, elaborado pelo arquiteto Auguste Perret, em 1947 (Fig. 35).

A nova proposta de Perret, consistia num programa arquitetónico muito específico (uma unidade hoteleira, uma igreja, vários conjuntos habitacionais, etc.), o qual mereceu um tratamento de tal forma preciso e apurado em cada edifício, que as questões à escala urbana acabaram por ser tratadas de forma mais racional e prática. A principal preocupação do arquiteto passava por criar um ordenamento que fosse capaz de obedecer a um módulo constante de 6,21 metros, de forma a permitir a normalização e a prefabricação dos elementos construtivos. Apesar da uniformidade dos elementos, esta não produzia monotonia no conjunto, variando oportunamente a disposição dos volumes, as combinações rítmicas e introduzindo alguns elementos de exceção.

Contrariamente a Perret, Le Corbusier desenvolveu uma solução partindo de uma metodologia urbanística amplamente teorizada e estudada pelo próprio. Tinha o propósito de encontrar a escala mais adequada para trabalhar uma intervenção arquitetónica dentro de um contexto globalizado e unificado, capaz de reunir um determinado número de células habitacionais e os seus respetivos espaços comuns. O arquiteto suíço encarou, desde sempre, a célula habitacional como uma peça central do seu programa para a renovação social e arquitetónica, apoiando-se em princípios racionais, desde a célula à cidade.

Apesar de Le Corbusier iniciar o estudo deste conceito, ainda na primeira metade do século XX, no qual teve a sua primeira formulação arquitetónica em 1922, com a *immeuble-villas*, a sua verdadeira intenção manifestou-se no estudo das *Unidades de Habitação* em 1945.

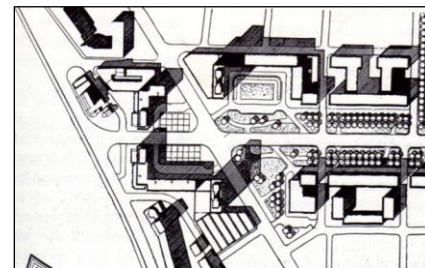


Fig. 35 Planta do projeto de reordenação urbana da cidade Le Havre do arq. A. Perret.

A verdadeira essência do legado corbusiano não adveio da “precisão da máquina” nem do mínimo quantificável, mas sim de uma arquitetura pensada para um homem ideal.⁵⁷ O desenho dos espaços interiores destas unidades, não pode ser reduzido exclusivamente a um sistema de proporções racionais na medida em que o próprio derivava, sobretudo, da necessidade de estabelecer o carácter da habitação individual com os seus critérios dimensionais e poéticos adequados, tal como Le Corbusier defendia com o *modulor*⁵⁸ – “A célula com as proporções humanas”. As *Unidades de Habitação* sintetizavam, portanto, “a ideia sócio urbanística de Le Corbusier no período compreendido entre as guerras. Um conceito assente na procura de uma dimensão arquitetónica capaz de simplificar um processo de escala urbana a um elemento-base da cidade, tem aqui o seu resultado: todo um setor habitacional num só bloco.”⁵⁹

Le Corbusier procedeu, aqui, à quantificação normativa da casa e da *família tipo*, regulada por uma nova unidade de medida - o metro quadrado. A casa como objeto de estudo positivista experimentará no seu interior uma dissecação aproximada àquela que Frederik Taylor teve em “Principles of Scientific Management” (1911), no qual estabelece as técnicas de otimização da produção industrial, ou seja, a decomposição de todos os movimentos em unidades mínimas devidamente estudadas e cronometradas para reorganizar as tarefas através de esquemas com um elevado grau de eficiência.

⁵⁷ Cf. MARTÍ ARÍS, Carlos - *Las formas de la residencia en la ciudad moderna : vivienda y ciudad en la Europa de entreguerras*, p. 32.

⁵⁸ Sistema de medidas desenvolvido pelo arquiteto Le Corbusier nos anos 40, com o objetivo de combater a ambiguidade criada pelo sistema métrico decimal, numa altura em que as unidades correntes eram os pés, polegadas, etc. A sua intenção era, igualmente, a de auxiliar na harmonização e na construção de espaços com o maior grau de aproveitamento possível das suas áreas (habitação mínima).

⁵⁹ ZEVI, Bruno - *Historia de la arquitectura moderna*, p. 105.

Entre 1947 e 1952, Le Corbusier realizou a primeira aplicação prática deste estudo, em Marselha (Fig. 36), sob condições tão particulares que equipararam esta experiência a um monumento visitável, ou se quisermos, uma proposta de caráter experimental e demonstrativo, o alicerce que viria a servir de base para as futuras *Unidades de Habitação*.

Tratava-se, essencialmente, de um acoplamento de células habitacionais independentes e sobrepostas umas nas outras (Figs. 37 e 38), configuradas num bloco compacto e expressivamente brutalista, isolado nas zonas verdes exteriores. A possibilidade de iluminação total do interior e a suspensão do edifício através de pilares de suporte, usada neste conceito de residência vertical em território aberto, constituía uma preocupação ecológica e psicológica. A aplicação do sistema de proporções desenvolvido pelo próprio arquiteto suíço foi amplamente determinante, não apenas no dimensionamento dos espaços e dos elementos construtivos, mas sobretudo, na dissipação de dúvidas epocais, ou seja, na afirmação de uma nova indústria aplicada no campo da habitação - prefabricação; linha de montagem; estruturação modular - pela sua capacidade em oferecer proporção, harmonia e beleza. Acusando alguma suspeição natural, o próprio Le Corbusier foi contundente ao confirmar esta questão: *“o estaleiro está na sua plenitude; uma atmosfera de coerência, proporções, coabitação amigável; a repercussão de uma forma na outra, de uma superfície na outra, de uma linha na outra, reina de alto a baixo. Eis o triunfo da Unidade de Habitação de Marselha, nessa estrutura interna que tornava as visitas de obra reconfortantes, encorajantes pela sua harmonia, fruto da exatidão experimentada por todos.”*⁶⁰ A proporção dimensional está igualmente expressa na fachada através de placas de betão cofrado que assumem o papel de montantes e

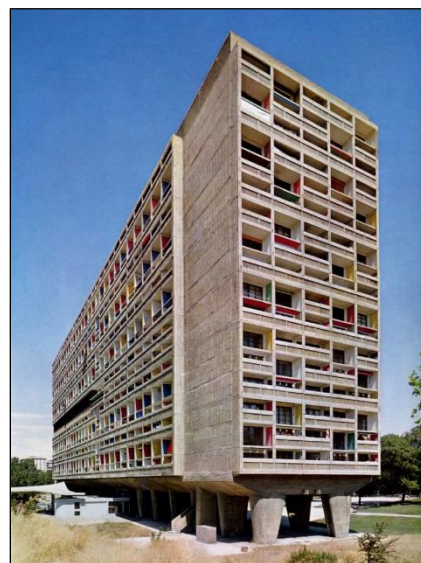


Fig. 36 Unidade de Habitação em Marselha, de Le Corbusier.

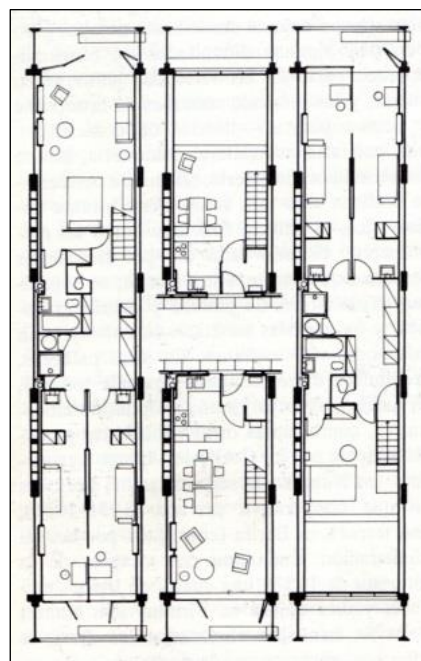


Fig. 37 Planta de um secção composta por 2 células acopladas da Unidade de Habitação de Marselha.

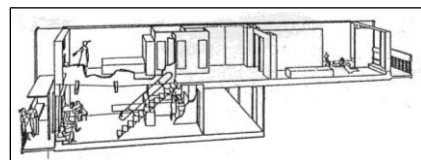


Fig. 38 Axonometria de uma célula da Unidade de Habitação de Marselha.

⁶⁰ CORBUSIER, Le - *Le modulator*, p. 262.

travessas. Foram utilizadas nas três fachadas (este, sul e oeste), setes módulos de placas distintas, prefabricadas e combinadas racionalmente num desenho harmonioso e declaradamente relacionado com o interior da unidade (Fig. 39).

Com a introdução dos serviços básicos (tais como espaços de lazer, escolas, infantários, recintos desportivos, farmácias, etc.), criaram-se condições essenciais de resposta para a necessidade material e psicológica não só a nível individual mas também coletivo. Tais condições constituíram uma forma das pessoas poderem radicar os seus desempenhos sociais e culturais naquele espaço urbano, tentando contrariar, até então, a ideia do espaço suburbano como um local exclusivamente de repouso. O desenvolvimento e posterior aplicação desta célula revelou-se fundamental para o tecido da cidade moderna altamente densificado, devido à sua capacidade, não apenas em reservar a maior parte do terreno urbano ao tratamento dos espaços verdes, mas também em simplificar a rede viária mediante uma hierarquização dos diversos tipos de circulação. Uma nova mentalidade prevaleceu, relacionada com a ideia de economia de esforços e materiais, foi evidenciada através do agrupamento de habitações e da introdução de *pilotis* que permitiu redefinir o piso térreo, oferecendo um maior desafogo visual, novos conteúdos programáticos e sobretudo conjugar novos espaços públicos.

Devido à complexidade circunstancial em que foram desenvolvidas as *Unidades de Habitação*, será sempre errado julgá-las como um objeto arquitetónico autónomo, isto porque pretendiam resolver a desarticulação existente entre a escala da cidade moderna e a escala de cada edifício. O mesmo é dizer que esta solução oferecia à cidade um certo controlo funcional, conseguido através da organização de um modelo habitacional ou de uma série de modelos articuláveis no espaço urbano, e que se predeterminavam num equilíbrio entre a habitação e serviços.

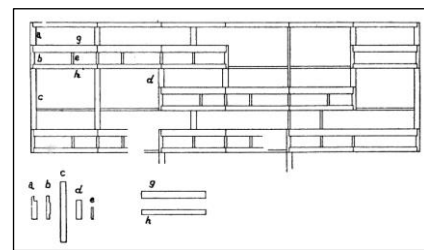


Fig. 39 Representação esquemática da combinação dos sete módulos de placas de betão (montantes e travessas) nas três principais fachadas.

II.II.III.I O liberalismo norte-americano

Contrariamente ao que acontecia nas sociedades socialistas, das quais se regiam pelos valores da igualdade, as sociedades liberais emanavam um espírito de individualidade, merecedor de uma maior diversidade de propostas e de um grau mais elevado de personalização nas casas de cada indivíduo. Desenvolveu-se nestas sociedades, um processo de produção designado por linha de montagem invertida - *kit-of-parts* - terminologia que deriva do fato da casa projetada ser separada nos seus diversos componentes durante o processo de montagem, para que a sua encomenda seja feita de acordo com as necessidades individuais. Os E.U.A, enquanto sociedade representante do paradigma liberal, apostavam neste tipo de metodologia para ultrapassarem a uniformidade visível nas propostas criadas pelo processo industrial tradicional europeu. Os componentes prefabricados podiam ser combinados de maneiras diferentes, oferecendo maior diversidade nas soluções ainda que dentro da produção em série.

No entanto e tendo em conta o modelo de referência no contexto norte-americano - casas de madeiras unifamiliares do período colonial – este revelava já uma tradição histórica de elementos totalmente prefabricados em oficinas, e posteriormente montados no local da obra. A realidade urbanística deste contexto era muito diferente relativamente à forma como o problema da habitação era abordado no velho continente. Na Europa os arquitetos reuniram esforços para inserir as questões de habitação no contexto da cidade tradicional. Com níveis elevados de concentração e sobreposição funcional, as cidades europeias eram alvo de soluções no sentido de ordenar e separar a sua estrutura de forma coerente e adequada às intransigências históricas e culturais presentes na particularidade dos casos. A habitação era reduzida a soluções que respondiam a determinados níveis de vida, e os

tecidos urbanos residenciais resultavam da repetição de células ou tipos arquitetónicos. A conjuntura americana assumia contornos distintos devido, sobretudo, à influência do automóvel e dos meios de comunicação. Verificou-se uma expansão das áreas residenciais para os subúrbios da cidade e uma concentração de funções, que antes eram realizadas em espaços públicos, dentro da periferia do espaço doméstico (Figs. 40 e 41).

Contrariamente ao que acontecia na maioria dos países industrializados europeus, a questão da habitação no contexto americano, não pretendia uma conciliação tão rigorosa entre a qualidade e quantidade, o que em termos teóricos significava uma preterição de fatores como a normalização e a repetição tipificada, em detrimento da individualidade, da complexidade e da qualidade dos espaços.

Com o despoletar da Grande Depressão, em 1929, o problema habitacional agravou-se e a crise económica conseguiu nivelar a balança entre a procura e a oferta de soluções de baixo custo para habitação produzida em massa. A investigação levada a cabo pelas empresas e por alguns arquitetos e engenheiros da época, centrou-se no desenvolvimento de soluções em madeira e em metal (aço e alumínio).

Nesse mesmo ano, Richard Buckminster Fuller apresenta um conceito aliciente, a *Dymaxion House* (Fig. 42). Uma estrutura em aço, de forma hexagonal e suspensa por um mastro central, que podia ser desmontada e transportada para outro local. Toda a casa foi planeada para sair diretamente da linha de montagem industrializada, com componentes prefabricados.⁶¹

Em 1945, John Entenza, editor da revista "Arts and Architecture", inicia um dos programas mais inovadores da história

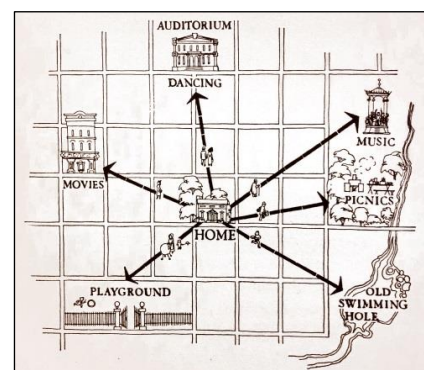


Fig. 40 Esquema representativo da casa americana depois dos anos 50.

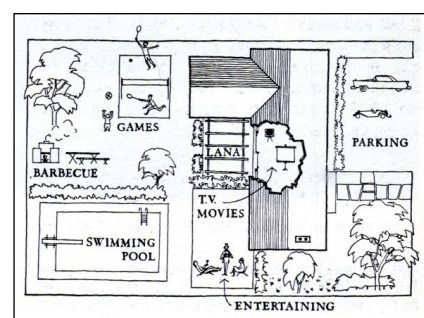


Fig. 41 Esquema representativo da casa americana antes dos anos 50.

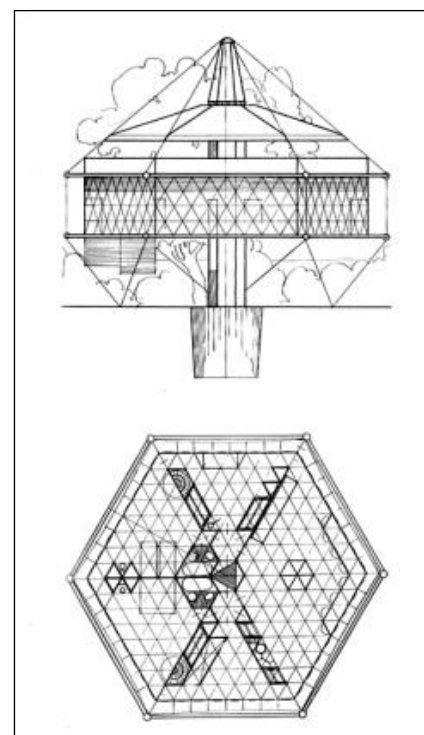


Fig. 42 *Dymaxion House* de Richard Buckminster Fuller.

⁶¹ Cf. OTTO, Frei [et al]. *Arquitectura adaptable*, p. 30.

da arquitetura prefabricada e da construção modular na habitação unifamiliar - o “Case Study House Programme” (Figs. 43 e 44) - cujo objetivo passava pela criação de protótipos prefabricados de habitações unifamiliares económicas no estado da Califórnia.

O programa estendeu-se até 1966 e resultou num total de 36 soluções desenvolvidas por vários arquitetos convidados, que aliaram sistemas de construção eficazes feitos com componentes industriais, a uma estética elegante e de influência modernista. Apesar de alguns projetos não terem sido concretizados, a sua exponencial mediatização pela revista “Arts and Architecture”, imputou-lhes um selo de referência de uma geração de arquitetos; um símbolo do habitar moderno, de um novo paradigma: a arquitetura de linguagem industrial de baixa tecnologia. Recorrendo à maior acessibilidade dos materiais mais comuns da produção industrial em larga escala (como o aço, o alumínio, o vidro e o plástico), demonstrou-se possível a conceção de uma linguagem arquitetónica com uma grande diversidade formal e espacial, e esteticamente apelativa com um *design* elegante.

O clima ditatorial que crescia nos anos 30 em diversos países do velho continente, juntou à crise social uma crise cultural que obrigou a uma consequente emigração dos principais arquitetos modernos para o continente norte-americano.

Walter Gropius foi um desses arquitetos e soube, atempadamente, assimilar e adaptar-se às exigências da nova realidade americana. Conhecia o perigo que enfrentaria ao isolar-se demasiado nas fórmulas americanas, portadoras de qualidade e de individualidade, porém com uma preocupante falta de rigor no controlo quantitativo, fator determinante na integração de um cenário fortemente industrializado, à semelhança do que acontecia na Europa.



Fig. 43 Case Study House nº 8 de Charles e Ray Eames.



Fig. 44 Case Study House nº 21 de Pierre Koenig.

Em 1942, com vista a ultrapassar este dilema, Gropius e Konrad Wachsmann desenvolveram o projeto *The Package House* (Fig. 45), um sistema modular composto por uma grelha metálica coberta por painéis estandardizados de proporções padronizadas, unidos por uma junta que permitia qualquer combinação de painéis (e a união de 4 painéis num só ponto). De facto, Gropius defendia a prefabricação como uma resposta ao problema da casa americana devido à inerência de uma certa liberdade na combinação de vários elementos. Isso constituía, ao mesmo tempo, um meio para conservar a ordem e uma unidade de direção, dentro de um contexto diversificado como eram os subúrbios americanos.

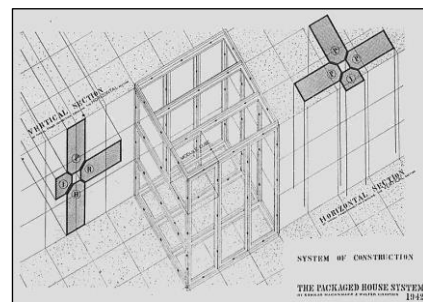


Fig. 45 Axonometria do sistema *The Package House* desenvolvido pelos arquitetos W. Gropius e K. Wachsmann para a exposição *General Panel House*.

Na segunda metade dos anos 20, Mies Van der Rohe, ainda antes de se tornar diretor da Bauhaus em 1930, convidou alguns dos mais conceituados arquitetos europeus da época - W. Gropius, Le Corbusier, P. Oud, etc. - para projetar um bairro de habitação coletiva na periferia da cidade, em *Weissenhofsiedlung* (Figs. 46 a 48), no âmbito de uma importante exposição que organizou em Estugarda. O complexo habitacional foi desenvolvido com uma intenção experimental, visto que não se tratava de um conjunto unitário formado por uma tipologia repetida, mas de um conjunto de protótipos, de um exemplar de edifícios que representavam o traço e a visão moderna de cada arquiteto.



Fig. 46 Vista panorâmica sobre o bairro de *Weissenhofsiedlung* de M. Van der Rohe e V.A.

Esta exposição assumiu publicamente um papel pioneiro determinante ao defender uma lógica de cariz unitário do movimento moderno, ou seja, representou uma alusão à cidade moderna e demonstrou que era possível alcançar uma unidade mais abrangente com diferentes maneiras de projetar, através dos pontos de consonância que se obtinha nas operações distintas.



Fig. 47 Habitação em banda de P. Oud em *Weissenhofsiedlung*.

Perante a ditadura hitleriana, que obrigou à mudança da Bauhaus para Berlim e posteriormente o seu encerramento em 1933, Mies percebeu que a repressão artística do país era tão



Fig. 48 Habitação coletiva de Le Corbusier em *Weissenhofsiedlung*.

inevitável quanto a sua emigração para os EUA, à semelhança do que acontecera com Gropius. Se no bairro experimental de *Weissenhofsiedlung*, Mies expressou cuidadosamente toda a sua impecável disciplina tecnológica, o seu racionalismo *bauhausiano* e o neoplasticismo holandês que o influenciou durante os anos anteriores, nos EUA a sua arquitetura seguiu um caminho complementar que apesar de não entrar em conflito com os seus antecedentes ideológicos, ocorreu num contexto muito peculiar e fundamental na definição da sua arquitetura.

O contexto cultural americano, confuso e descontínuo, porém amplo e variado, acolheu com gosto as experiências de Mies. No entanto, o processo de aculturação permitiu-lhe compreender a necessidade de “*reduzir drasticamente o seu repertório expressivo como reação ao ecletismo da prosperidade americana*”, originando assim, um período mais minimalista, perfeitamente “*sintetizado no seu célebre lema ‘menos é mais’*.”⁶²

A sua investigação no território americano desdobrou-se sobretudo em duas tipologias: o arranha-céus e o pavilhão transparente envidraçado. Nestes, os elementos industrializados e prefabricados foram determinantes para a afirmação da imagem e para a concretização da espacialidade da arquitetura de Mies. A prefabricação foi usada, nomeadamente no caso dos arranha-céus, a uma escala que nos remete para o *The Crystal Palace* de Joseph Paxton (1851), no qual existiu uma produção em série em quantidades significativas de materiais - o aço, vidro e betão - para que fossem posteriormente montados no local. Apesar da sua dimensão, Mies conseguiu adaptar este tipo de construção nos arranha-céus, a fim de desenvolver a sua própria linguagem e de manter a expressão de rigor, racionalidade, simplificação e sistematização dos processos construtivos como era apanágio dos



Fig. 49 Torre de apartamentos *Lake Shore Drive* em Nova Iorque de Mies Van der Rohe.

⁶² ZEVI, Bruno - *Historia de la arquitectura moderna*, p. 118.

seus edifícios. Neste sentido, a torre de apartamentos *Lake Shore Drive* (1948-51) (Fig. 49), em Nova Iorque, exibia alçados com perfis de aço verticais no exterior, com função construtiva e alguns com função meramente compositiva, para respeitar a métrica do alçado e manter uma linguagem racional. Essa coerência manteve-se na composição dos espaços interiores, no qual é visível uma evocação da simetria e da coordenação modular para a organização puramente racional do piso-tipo (Fig. 50).

Ao contrário dos projetos para habitação massiva na Europa, o objetivo de Mies não se restringia aos elementos de tecnologia e de custo mais reduzidos. Os seus espaços interiores eram possuidores de algum luxo embora a racionalidade do projeto e construção da obra resultasse inevitavelmente numa economia de meios e custos.

Mies tirou partido da repetição, da tipologia, da produção em série mas não descurou a unidade nem a individualização dos seus projetos. Por outro lado as suas obras ficavam ao encargo de entidades públicas ou mesmo entidades privadas com grande poder financeiro, pelo que apesar de desenvolver tipologias bem organizadas e interligadas, as suas obras americanas eram, sobretudo, experiências de investigação arquitetónica e não edifícios de promoção pública ou privada para as massas. Constituíram, portanto, uma referência para os edifícios de carácter empresarial e institucional, dada a sua forte identidade e elegância.

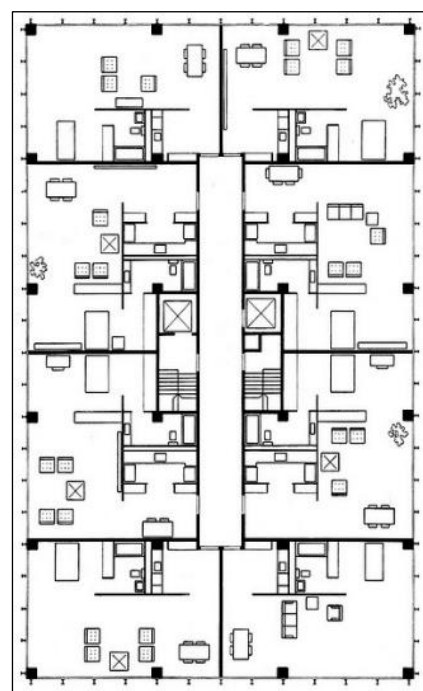


Fig. 50 Planta do piso-tipo da torre de apartamentos *Lake Shore Drive* em Nova Iorque de Mies Van der Rohe.

II.II.III.II Habitação tradicional japonesa

Sobre o sistema modular prefabricado aplicado no processo de produção da residência, é de realçar também um dos exemplos mais antigos e com resultados mais notáveis, a arquitetura japonesa.

Em primeiro lugar é imperativo ter em conta a influência da tradição japonesa na formação do movimento moderno no Ocidente, tal como refere Gropius no seu artigo *Architecture in Japan*, no qual, após uma visita ao país em 1955, observa pertinentemente: “(...) as nossas necessidades na arquitetura moderna, a simplicidade, a relação interior/exterior, a flexibilidade, a coordenação modular e a pré-fabricação, e mais importante, a variedade de expressão, encontraram respostas tão fascinantes na arquitetura tradicional doméstica do Japão que nenhum arquiteto devia negligenciar o seu estimulante estudo.”⁶³

Com cerca de 300 anos de História, o sistema modular prefabricado artesanal usado na arquitetura tradicional japonesa (Figs. 51 e 52) resultou num importante caso de estudo por parte dos arquitetos modernos europeus e, posteriormente, numa assimilação da coordenação modular na arquitetura moderna, fortemente marcada pela industrialização dos seus componentes. De facto, todos os aspetos da casa japonesa eram standardizados: medidas, *design*, construção e até o jardim. Esta compreensível standardização, não só possuía valores para uma comparação instrutiva com a arquitetura contemporânea, como também poderia eliminar muitos conceitos errados e, assim, promover um melhor entendimento do potencial da standardização e prefabricação no edificado.

“Existe, desde os tempos remotos, um módulo relacionado com o homem, a unidade de tatami, uma relação interior das construções.”⁶⁴ Um pouco à semelhança do *modulor* de Le Corbusier, a habitação tradicional japonesa era normalizada, com medidas unificadas e fundamentadas em proporções humanas – o braço (“ken”), o pé (“shaku”) e a polegada (“sun”). As esteiras ou



Fig. 51 Casa tradicional japonesa.

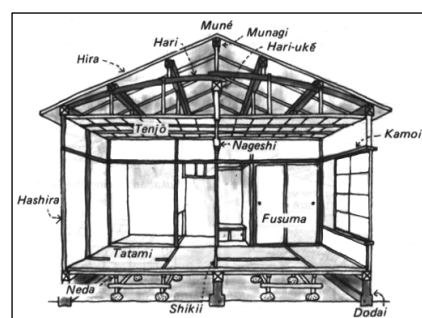


Fig. 52 Secção-tipo da casa tradicional japonesa..

⁶³ GROPIUS, Walter - *Architecture in Japan*, p. 11 citado por BARBOSA, Maria Gabriela Barbeitos de Castro Nunes – *Standard, pré-fabricação e arquitectura: conceitos e preconceitos*, p. 17.

⁶⁴ OTTO, Frei [et al]. *Arquitetura adaptable*, p. 28.

originalmente *tatami* (Figs. 53 e 54), como eram conhecidos os pisos tradicionais japoneses, apresentavam medidas e formatos padronizados e constituíram a partir do século XV, o módulo usado para as composições das casas japonesas. À semelhança dos outros elementos construtivos e de compartimentação, estes módulos eram construídos artesanalmente e facilmente substituíveis e adaptáveis. Estes elementos ligeiros de grande detalhe, requeriam, portanto, um trabalho manual de grande precisão técnica para responder a certos requisitos formais, dimensionais e metódicos.

As referências da arte oriental encontram-se presentes, ainda que de forma menos circunstancial e mais subtil, nas experiências vanguardistas do primeiro pós-guerra, e que influenciaram o neoplasticismo de Mondrian e a arquitetura de Frank Lloyd Wright. Este último, que viveu em Tóquio entre 1918 e 1922, admitiu a importância da arte japonesa na visão organicista presente nos seus trabalhos: *“a eliminação do insignificante, o processo de simplificação, em que eu próprio estava já empenhado, encontraram uma confirmação naquelas obras. E desde o momento em que descobri a beleza das suas obras, o Japão provocou em mim uma poderosa atração. Com a continuação comprovei que a arte e arquitetura japonesa tinham um autêntico carácter orgânico. A arte dos japoneses estava mais próxima da terra, era um produto mais autónomo, com umas condições de vida e trabalho mais nativas, e portanto, na minha opinião, adequava-se muito mais à arte moderna do que a arte de qualquer outra civilização europeia viva ou desaparecida.”*⁶⁵

Foi apenas no segundo pós-guerra que o Japão sofreu os seus maiores danos com os bombardeamentos aéreos, e dos quais resultaram os esforços mais significativos para tentar unificar as medidas *standard* e estabelecer os pré-requisitos para uma



Fig. 53 Pavimento da casa tradicional japonesa, conhecido por esteiras ou *tatami*.

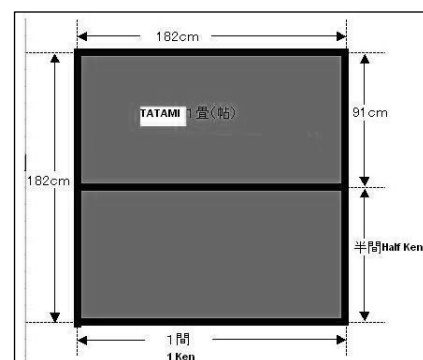


Fig. 54 Dimensionamento padronizado de dois módulos de *tatami*.

⁶⁵ WRIGHT, Frank Lloyd - *Io e l'architettura*, p. 304.

produção de residências numa base industrial, como era a intenção dos projetos de habitação massiva. Por razões económicas as habitações agruparam-se em edifícios coletivos, quebrando assim a relação entre a casa e a natureza, relação em que se funda o organismo da casa tradicional. O interior atingiu, com frequência, uma solução de compromisso: um espaço de estar e de trabalho mobilado ao estilo europeu, e uma ou mais residências pavimentadas com os tradicionais *tatami* nos espaços de repouso.

Ao longo deste período, os arquitetos japoneses rapidamente perceberam que era impossível basearem-se, unicamente, na conservação da harmonia tradicional devido à sua completa descontextualização com as contingências da sociedade moderna. Como tal, aceitaram o risco de uma rutura parcial, atribuindo maior importância aos conteúdos do que às formas e insistindo nas possibilidades futuras da técnica contemporânea.

III.I. APLICAÇÃO RACIONAL DO MÓDULO NO PROGRAMA HABITACIONAL

III.I.I. A racionalidade das dimensões modulares

A necessidade de racionalizar as dimensões dos vários componentes arquitetónicos e construtivos, produzidos industrialmente no âmbito de uma estratégia de conciliação projetual, surge com a intenção de um aumento produtivo acompanhado por um uso acrescido destes componentes. Uma ideia que pretende ser consolidada neste capítulo através de uma análise profunda e devidamente fundamentada com um caso de estudo. Será incutida uma linha de raciocínio mais objetiva no que diz respeito à essência temática do trabalho, que visa sobretudo a importância do módulo na racionalização dos diferentes aspetos do projeto habitacional.

Para um funcionamento eficiente de um sistema modular industrializado, a massificação dos elementos produzidos industrialmente deve ser acompanhada pela standardização das suas dimensões preferenciais, para que conceitos essenciais, como a ordenação, a racionalidade, a simplicidade e a produção em série sejam aplicados com um elevado grau de aproveitamento.

Atualmente, a variedade dimensional verificada na maioria dos produtos industriais atinge uma proporção excessiva, acentuada pela ocorrência da Terceira Revolução Industrial⁶⁶, também conhecida por Revolução Digital (iniciada nos anos 50); e pela consolidação do setor secundário no seio capitalista. O cenário que

⁶⁶ As implicações dos novos progressos tecnológicos que surgiram na metade do século XX, deram origem a uma revolução informática com consequências diretas nos vários setores de atividade, nomeadamente no setor secundário (indústria e construção civil). Apesar do processo não ter sido imediato, o impacto desta revolução traduziu-se em métodos de produção informatizados e por conseguinte, numa otimização significativa da relação quantidade/qualidade dos produtos industriais.

se cria com este excesso de variedade dimensional, contribui para uma ineficácia da produção e um consequente encarecimento dos custos, daí a importância que a simplificação e a racionalização assumem no dimensionamento destes componentes industriais.

A variedade dimensional só deve ser instituída numa relação de complementaridade entre todas as medidas dos produtos, de forma a responder a um processo aditivo, próprio de um sistema construtivo industrializado. Este tipo de correlação dimensional dos elementos industriais, fornece ao arquiteto, não apenas um rol de soluções mais alargado, mas sobretudo melhores condições para maximizar as capacidades dos vários produtos - em termos de seleção, combinação, substituição e eficácia - para cada situação possível. Para que tal seja garantido, é fundamental garantir soluções de cariz industrial cujo a divisão e a relação de todas as suas medidas úteis sejam reguladas por um coeficiente comum (módulo-base). Qualquer elemento dimensionado por um módulo-base pode inserir-se facilmente numa retícula composta por medidas modulares – adição ou subtração de vários elementos iguais ou distintos, dimensionados em função do mesmo módulo ou de múltiplos deste.

Com isto, podemos concluir que todo e qualquer sistema modular acarreta dois objetivos principais: uma simplificação das medidas para melhor responder às contingências da realidade industrial; e uma relação aditiva das mesmas para aumentar e melhorar a gama de soluções industriais.

A aplicação dos aspetos supramencionados num projeto de arquitetura disponibiliza, desde logo, uma visão mais precisa sobre as características dos elementos arquitetónicos e construtivos, e ao mesmo tempo um elevado grau de planeamento em cada fase do projeto, sobretudo na previsão das eventuais contrapartidas verificadas em obra.

Apesar da inerente simplificação associada a este tipo de sistemas, a liberdade criativa continua a estar precavida devido à enorme flexibilidade e possível combinação dos seus produtos, os quais dispõem ainda de uma grande variedade de escolha ao nível do acabamento. Tudo isto contribui para uma diminuição dos custos e dos prazos da obra; para uma maior facilidade no transporte e na manutenção dos componentes; e para uma maior eficácia na montagem e/ou substituição dos vários elementos industrializados. Ou seja, uma racionalização eficaz e generalizada possibilita reduzir ao máximo todas as contrariedades da obra, para que a vertente logística da mesma seja facilitada e permita uma orientação de esforços para a vertente qualitativa do produto final.

III.1.II. Processos de produção: industrial e artesanal

A minha posição relativamente às questões que têm vindo a ser levantadas ao longo deste trabalho, enquadra-se numa realidade que apesar de se aproximar mais à vertente industrial pelas razões óbvias que têm sido apresentadas, não pretende, de todo, assumir uma orientação demasiado extremista e limitada, mas antes aproveitar o melhor de dois processos: a produção industrial e a produção artesanal. É um equívoco encarar estas duas vertentes como dois opostos que se anulam, pois ambas possuem características que favorecem a sua cooperação técnica para o bem da qualidade construtiva e sobretudo da qualidade arquitetónica. O cerne da questão encontra-se precisamente, em tornar o equilíbrio entre ambos os sistemas de produção numa indispensável solução de complementaridade para atingir um grau de elevado apuramento entre produção/qualidade.

Se por um lado a produção industrial permite criar uma ampla gama de soluções correlacionadas, servindo-se da medida como um fator operativo de maior importância; por outro temos a visão mais individualista da produção artesanal que valoriza um critério de projeto baseado na proporção, ao invés da medida que a considera um fator restritivo.

Para recorrer aos dois métodos produtivos nas situações ideais, é necessário que as questões levantadas pelo projeto sejam oportunas e ponderadas de modo a evitar uma realidade que oscile entre a utopia e o desperdício. Por exemplo, numa situação em que existe uma clara necessidade de variação proporcional – situações pontuais de remates; respostas à individualidade de projetos de habitação; maior flexibilidade na organização dos espaços interiores; fachada (parcial ou totalmente) personalizada – é inevitável recorrer a uma produção de tipo artesanal, assumindo com isso um natural encarecimento do custo de produção. No caso dos exemplos em que se verificam critérios de produção massiva de elementos normalizados e estandardizados – fachadas compostas por elementos com a mesma relação dimensional; sistema estrutural inserido numa retícula modular; necessidade de um melhor controlo de custos e prazos; repetição de componentes em grande escala (edifícios de escritório, hotéis, escolas, habitação plurifamiliar, etc.) – a produção industrial qualifica-se como o caminho mais assertivo.

A fim de usufruir dos métodos de produção mais económicos e eficazes, sem com isso colocar em causa a garantia de uma certa flexibilidade do projeto, é portanto, fundamental criar uma relação precisa entre as dimensões dos produtos ao ponto de permitir uma vasta gama de variações proporcionais que sejam compatíveis com os métodos de produção existentes.

III.1.III. Dois tipos de coordenação racional

A racionalização dimensional dos elementos de que temos vindo a falar, pode ser alcançada recorrendo a dois tipos de coordenação: a proporcional e a modular. Embora ambos trabalhem no mesmo sentido e praticamente com a mesma lógica operativa, a diferença reside na referência de medida em que cada um se baseia.

A coordenação proporcional privilegia uma ideologia assente na precisão e na proporção, visto que a sua *“série numérica pode ser construída com qualquer unidade de medida (centímetro, metro, polegada, pé, etc) que disfruta dos benefícios da correlação apenas para as suas próprias dimensões.”*⁶⁷

Quanto à coordenação modular⁶⁸, como o próprio nome sugere, refere-se a uma correlação dimensional dos elementos estabelecida através de um módulo-base. Ou seja, é um processo construído através de uma sequência de dimensões coordenadas por múltiplos inteiros de um mesmo denominador comum, de modo a garantir uma *“gama dimensional única e adaptada particularmente às dimensões dos respetivos produtos.”*⁶⁹

Isto não significa que a compatibilidade dos produtos disponibilizados no mercado internacional seja um dado adquirido, pelo contrário, a sua correlação funcional depende do sistema de medida em que está inserido; se um sistema métrico decimal (centímetro, decímetro, metro, etc.) ou se um sistema imperial (pé, polegada, etc.). Esta incompatibilidade não permite uma permutação dos produtos prefabricados entre os países que utilizem sistemas de medidas distintos, já que a magnitude de um sistema arredondado em unidades imperiais, é sempre maior que a de um

⁶⁷ CAPORIONI, [et al.] - *La coordinación modular*, p. 38.

⁶⁸ Consultar subcapítulo “I.1.IV. O módulo e a coordenação modular” para melhor aprofundamento do tema.

⁶⁹ CAPORIONI, [et al.], *op. cit.*, *loc. cit.*

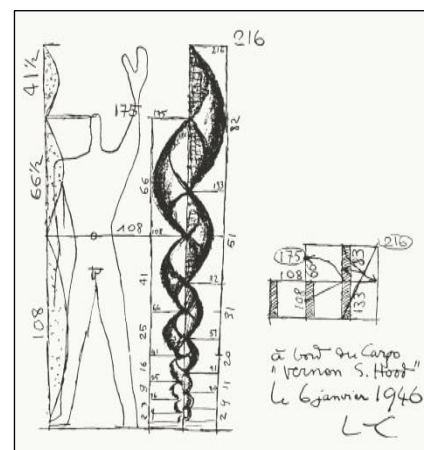
sistema métrico, impedindo assim o seu funcionamento numa retícula modular métrica. Este é um problema constante na produção industrial prefabricada, apesar do seu reconhecimento desde os meados do século XX, altura em que Le Corbusier propôs a implementação de uma nova escala de medidas, que de resto, será discutida no próximo ponto do trabalho.

III.I.IV. O duplo sentido do módulo

A qualidade interpretativa do módulo, enquanto núcleo de racionalização dimensional num determinado sistema de coordenação modular, oscila entre uma dualidade de conceitos capaz de redefinir as suas potencialidades num qualquer sistema deste tipo. O módulo pode ser interpretado enquanto fator numérico ou, mais recorrentemente, enquanto unidade de medida.

O fator numérico estabelece um padrão que coordena toda a gama de dimensões pretendidas e tem no “modulor” de Le Corbusier, o seu exemplo mais representativo. O módulo é um fator de multiplicação de todas as medidas preferenciais, o que no caso do “modulor”, seria o valor 1,618 e que age igualmente como princípio unificador da série dimensional formada com a sequência de *Fibonacci* (Fig. 55). Esta interpretação obriga, portanto, a uma correlação entre um fator normalizado e os valores de uma gama de dimensões, da qual resulta a escala necessária para determinar todas as variações modulares.

*“O estabelecimento de um padrão procede da organização de elementos racionais conforme uma linha de conduta igualmente racional.”*⁷⁰ Isto significa que enquanto unidade de medida, o módulo é definido pela primeira medida de uma sequência modular



normalizada, cujas medidas que formam essa sequência são estabelecidas mediante a multiplicação dessa mesma primeira medida sequencial. É o tipo de sistema que se coaduna mais com a racionalidade e a simplificação, transpostas, desde sempre, para as manifestações arquitetónicas.

É sobretudo no período helénico que o módulo enquanto unidade de medida, atinge pela primeira vez grande notoriedade devido à importância das suas características como regulador de harmonia e de proporção (Figs. 56 e 57). É, porém, após a Revolução Industrial que esta posição do módulo atinge a sua maior potencialidade, redefinindo por completo os modelos de produção praticados até então.

Ainda sob o domínio conceitual da unidade de medida, não posso deixar de lembrar a teoria defendida por Bemis do “módulo cúbico”.⁷¹ O mesmo afirmava que o elemento base para compor todas as dimensões de um edifício deveria ser estabelecido por um cubo modular (Fig. 58). Se olharmos para os limites tecnológicos que a Revolução Industrial veio suprimir, aliados à consolidação da percepção tridimensional do espaço, implementada pela Revolução Digital, a questão do “módulo cúbico” atinge um patamar de excelência naquilo que são as verdadeiras considerações da indústria moderna. Este conceito representa, portanto, o exemplo mais elementar de um traçado geométrico base que responde à necessidade de repetir um mesmo padrão tridimensional, tal como é apanágio no exercício da arquitetura - malhas estruturais; composição de espaços interiores; definição dos elementos verticais e horizontais; etc.

Neste contexto, o módulo assegura uma base dimensional comum a todos os elementos normalizados, de maneira que as

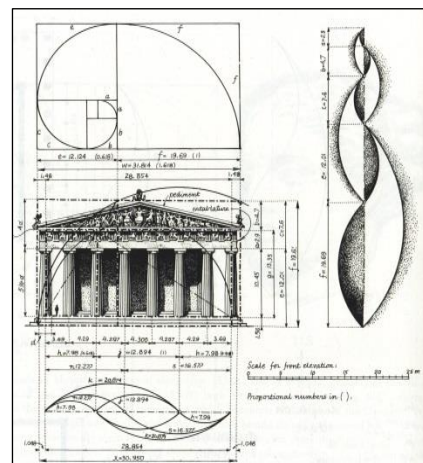


Fig. 56 O Partenon da Grécia Antiga é um exemplo de proporção geométrica.

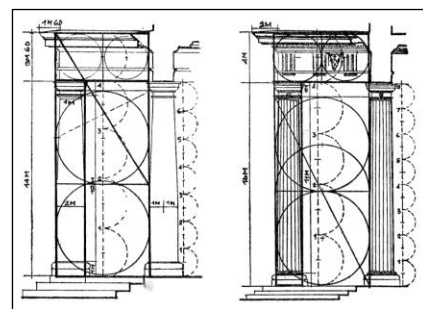


Fig. 57 A ordem arquitetônica da Antiguidade Clássica resultava de um exercício modular.

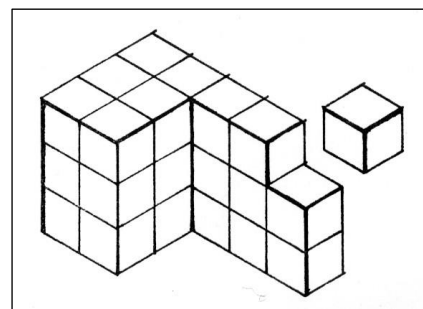


Fig. 58 Representação esquemática do “módulo cúbico” de Bemis.

⁷¹ Cf. BEMIS, Albert Farwell - *The evolving house*, 1936.

dimensões de cada um deles se relacionem entre si e seja garantida uma gama de produtos totalmente estandardizados.

Não obstante, devem ser respeitados dois pontos essenciais para a correta adaptação dessa gama ao mercado atual. O primeiro refere-se a essa mesma correspondência da gama pretendida com a gama de medidas dos produtos atuais, ou seja, dentro da série modular devem ser preservadas medidas suficientes para responder às variações dimensionais de cada componente, em relação às medidas modulares já existentes. O segundo ponto prende-se precisamente com o controlo dessas mesmas variações dimensionais, através da garantia de um intervalo entre as medidas modulares que não deve ser demasiado grande. Significa isto que o módulo-base deve corresponder a um dimensionamento pequeno, fato que é sustentado por alguns estudos que demonstram uma desvantagem do ponto de vista económico quando um módulo supera os 10 cm - valor que se aproxima mais de um número inteiro no sistema imperial (4 polegadas).⁷²

Num cenário de simplificação dimensional, é fundamental que as medidas correspondam a múltiplos inteiros do módulo, ignorando por completo valores fracionários. É ao nível da precisão individual do produto que as questões começam a levantar-se, ou não fosse esse o principal obstáculo criado na definição dimensional do módulo-base.

Embora a coexistência de dois sistemas de medidas seja uma contrapartida no âmbito da industrialização, o seu impacto é menor do que as próprias exigências do sector industrial que obrigam a racionalizar os seus produtos numa perspetiva de inclusão com as normas internacionais. Esta necessária racionalização de um componente relega para segundo plano critérios individuais como, a personalização e a precisão dimensional do mesmo. Para reduzir

⁷² Cf. MARTIN, Bruce - *Modular Design Information Sheet 2*, in *Architectural Design*, Março, 1959.

esta inconveniência, o uso do módulo-base assegura uma gama de medidas modulares capaz de garantir uma flexibilidade e adaptabilidade da maioria dos componentes industriais.

Chegamos à conclusão que podemos diferenciar os elementos modulares dos não modulares por duas razões que se destacam. A primeira tem que ver, naturalmente, com todo um trabalho de dimensionamento que deve ser realizado através de um sistema modular pré-estabelecido. O mesmo é dizer que a dimensão de qualquer elemento modular deve partir sempre de um múltiplo inteiro do módulo-base, para que a sua função se adeque perfeitamente à retícula modular em questão. A segunda razão é consequente da primeira e estabelece a possibilidade de coordenação com outros elementos modulares contíguos, garantindo a concordância, e até a sustentabilidade, do sector industrial. Se estas características forem conservadas num projeto arquitetónico, todos os elementos construtivos – lajes, paredes e vigas - e todos os elementos individuais - móveis, caixilhos, iluminação, etc. - têm a capacidade de responderem eficazmente a todas as questões técnicas, construtivas e arquitetónicas levantadas durante o processo de desenho e de montagem.

Na defesa do bom funcionamento de um projeto modular, é igualmente importante coordenar as partes essenciais do edifício com toda a sua estrutura e instalações, através da retícula modular principal utilizada no desenvolvimento técnico do projeto.

III.I.V. Soluções modulares

A aplicação do conceito modular nos projetos arquitetónicos é muitas vezes um dado que resulta do próprio pensamento esquematizado do arquiteto. Significa isto que o módulo enquanto

instrumento de simplificação e de consolidação projetual, é a principal ferramenta que o arquiteto emprega na estruturação racional dos espaços, que apesar de distintos (seja em tamanho ou em funções) mantêm uma série de inter-relações que evocam uma das premissas da arquitetura; a escala.

O módulo é fundamental para a estruturação de um projeto que urja ordenação, hierarquização e uma correta relação de escala adequada às funções de cada espaço. Será possível estabelecer um “projeto” que não siga qualquer um destes princípios? A questão retórica subentende a afirmação do conceito modular no exercício da arquitetura. Podemos falar de uma relação de dependência? Essa é outra questão que atinge um maior grau de subjetividade, pois atualmente são conhecidas formas de obter simplificação através de outros métodos – a revolução digital tornou-se a principal fonte dessa gama metodológica, através de mecanismos altamente precisos e racionalizados provenientes da computadorização. No entanto, todos eles parecem partir do conceito modular nos termos que têm sido aqui discutidos.

Durante o processo de investigação, fui-me deparando com uma ambiguidade conceitual do módulo que não pretendo, de todo, transpor para este trabalho, ou não fosse a clarividência, uma das premissas com a qual me comprometi na realização deste trabalho.

O módulo pode ocorrer a dois níveis (abstrato e físico) que apesar de distintos na sua essência, não deixam de ser indissociáveis. Le Corbusier⁷³ e José Pinto Duarte⁷⁴ abordam esta questão, até certo ponto, sendo que o arquiteto português designa os módulos abstratos de “elementos” e os módulos físicos de “componentes”.

⁷³ Cf. CORBUSIER, Le - *Le modular*, pp. 35, 36 e 79.

⁷⁴ Cf. DUARTE, José Pinto - *Tipo e módulo: uma abordagem ao processo de produção de habitação*, pp. 73 - 79.

O módulo abstrato não é mais do que uma ferramenta mental inerente ao nosso pensamento, ou se quisermos, um modelo intuitivo que é ativado por um instinto racional durante a esquematização mental de um determinado conceito.

Durante o capítulo reservado às sociedades primitivas, já foi referida a forma como até o homem primitivo recorria a este conceito, não apenas para melhorar o processo de construção da habitação mas para materializar as suas sociedades altamente hierarquizadas em construções práticas, personalizadas e funcionais. É precisamente essa premissa mental que nos possibilita traduzir a complexidade presente em algumas questões, em registos mais bem estruturados e intelectualmente alcançáveis. É simples perceber, por todas as razões que são enumeradas no capítulo supramencionado, que apesar de remota, a época em que o *Homo sapiens* iniciou o seu processo de evolução e de domínio racional sobre todos os outros seres, teve uma importância decisiva para a formação do pensamento humano. Essa razão pode explicar o juízo de valor emitido por Le Corbusier, quando este afirma que “*o instrumento pré-histórico é ainda o instrumento moderno dos seres humanos.*”⁷⁵

Se olharmos para os exemplos práticos já discutidos no trabalho, a arquitetura clássica deve, certamente, figurar entre as melhores representações do módulo abstrato. A objetividade dos seus cânones traduzidos em exercícios matemáticos de grande precisão, transparece a necessidade de racionalização de normas, sobretudo, de ordem estética.

Por outro lado, o módulo físico advém de uma consequência direta do módulo abstrato, ou seja advém de um controlo total de uma ferramenta que para além de estruturar o raciocínio abstrato,

⁷⁵ Cf. CORBUSIER, Le - *Le modulator*, p. 36.

tem a capacidade de estruturar fisicamente problemas concretos de construção e de arquitetura. Este aspeto acontece com “a manipulação dos módulos durante o processo de produção”⁷⁶ e portanto, conduz-nos a questões concretas da produção industrial - flexibilidade; pré fabricação; normalização; regularização dos processos construtivos e de montagem; etc.

Simplificando a questão, num primeiro momento o módulo figura-se um meio para atingir a simplificação dentro de um sistema complexo – módulo abstrato - mas o mesmo pode ser também parte integrante usada na construção física desse sistema – módulo físico. Embora estas duas perspetivas não possam dispensar uma coexistência, é na segunda que parece residir um nível de maior pertinência, naquilo que é a capacidade de introduzir uma análise mais adequada à verdadeira essência da função modular na arquitetura.

⁷⁶ DUARTE, José Pinto - *Tipo e módulo: uma abordagem ao processo de produção de habitação*, p. 73.

III.II. CASO DE ESTUDO: O BAIRRO DA MALAGUEIRA EM ÉVORA

III.II.I. Contexto sociopolítico europeu nos pós-guerras: o socialismo e o liberalismo

Estabelecendo um perfil dos países moldados pela forte industrialização no sector da construção civil, ocorrida durante os períodos pós-guerra, fica claro a sua propensão a dois modelos de sociedades.

Na primeira metade do século XX, foram aplicados os tradicionais processos industriais cuja sua linha de montagem era orientada para o produto, privilegiando uma massificação produtiva. A centralização do poder político e económico em corporações estatais, verificada nos países socialistas, contribuiu para que nestas sociedades fossem estabelecidos os radicalismos sociais e tecnológicos necessários à implementação de um sistema industrial consistente, porém fechado em si mesmo. Um sistema que apresentava, sobretudo, lacunas ao nível da inovação arquitetónica devido à sua grande incapacidade em gerar diversidade de soluções.

O período ocorrido após a Segunda Guerra Mundial atinge contornos de extrema relevância na história da cultura ocidental. Marcada pela destruição e por uma forte migração rural/urbano, a Europa carecia urgentemente de uma construção massiva de habitação. Tal carência não seria colmatada sem que fosse estabelecido um importante compromisso de alterar o rumo da arquitetura industrial, que perigosamente caminhava para a monotonia pondo em causa aspetos importantes, como a criatividade, a qualidade arquitetónica e a saúde pública.

Além disso, a instabilidade política que se verificava nos países socialistas, ajudou a reforçar as ideias liberais do capitalismo

e com isso a defesa de novos valores democráticos que apontavam cada vez mais à expressão individual. Neste contexto foram introduzidos métodos de produção industrial que pretendiam contrariar a situação verificada nos países socialistas, através de um sistema de produção aberto⁷⁷, ou seja, compatível com outros sistemas distintos, disponibilizando uma maior variedade de soluções. Para responder à expressão individual das sociedades liberais, os seus processos industriais privilegiaram uma produção assente na especialização, de forma a garantir a melhor relação possível entre a massificação produtiva e a qualidade do produto final.

III.II.II. Contexto português: o Saal; Álvaro Siza e o bairro da Malagueira

Durante o período em que ambos os sistemas industriais desempenharam um papel importante na reconstrução da Europa, nenhum deles teve capacidade de se afirmar em Portugal, muito devido à instabilidade política e económica de um país estagnado, tradicionalista, marcado por uma arquitetura essencialmente vernacular. Este particular aspeto, ajuda-nos a entender a razão pela qual a habitação social em Portugal, construída após a Revolução de 1974 sob o processo SAAL⁷⁸, detém uma ligação muito mais intrínseca com a tecnologia local do que com a própria tecnologia industrial. O seu atraso tecnológico em relação aos países europeus industrializados refletiu-se numa arquitetura descaracterizada de

⁷⁷ Cf. OTTO, Frei [et al]. *Arquitectura adaptable*, p. 146-150.

⁷⁸ O SAAL (Serviço de Apoio Ambulatório Local) foi um processo criado logo após o 25 de Abril para atender às carências habitacionais das populações mais desfavorecidas. Conduzido sob a direção do arquiteto Nuno Portas, o SAAL deu origem à construção de dezenas de novos bairros sociais de norte a sul do país. A nova metodologia utilizada por este processo privilegiava uma colaboração mais direta entre os arquitetos intervenientes e os respetivos moradores, a fim de desenvolverem um rol de soluções habitacionais inovadoras e mais adequadas às necessidades de cada realidade.

norte a sul do país, tecnologicamente empobrecida e limitada a uma integração em contexto exclusivamente local, ou seja, com os materiais; técnicas de construção e principalmente com as vicissitudes próprias de cada território do país.

Um dos exemplos que melhor espelha esta questão é o projeto de habitação social do arquiteto Álvaro Siza para o bairro da Malagueira, em Évora. Nele, o arquiteto sublinha vários pontos de interesse no contexto modular que tem composto o quadro analítico desta dissertação. Entre eles, vigora o ponto referente ao aspeto evolutivo dos módulos habitacionais - *“previsão de flexibilidade ou reconversão futura; probabilidade de alterações qualitativas da função por motivação cultural ou técnica; probabilidade de alterações devidas à evolução quantitativa do agregado.”*⁷⁹ A contundência de Nuno Portas quanto à definição deste conceito, deixa transparecer a pertinência da inclusão deste caso de estudo neste trabalho.

Siza não se limitou a corresponder aos objetivos delineados pelas casualidades da habitação para grandes massas, não se entregou simplesmente à visão austera associada à habitação social. Ao invés, preferiu tirar partido das múltiplas capacidades do módulo sem esquecer a sua necessária adaptação às relações individuais entre a habitação e o cliente.

É de salientar a utilização do módulo enquanto ferramenta elementar no processo de variação e de flexibilidade tipológica, imposta pelas necessidades individuais de cada agregado familiar (Figs. 59 e 60). Este projeto materializa uma sintonia contextualmente adequada, de um tipo de construção (habitualmente) industrializada – a normalização imposta aos seus componentes é propícia a uma produção em série para responder eficazmente aos contextos da massificação e do baixo custo – com

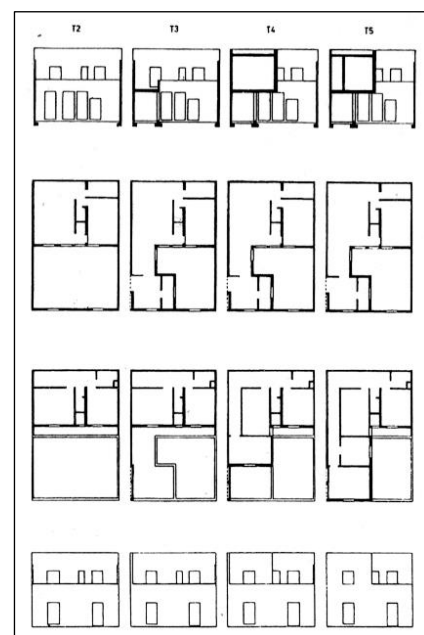


Fig. 59 Variações modulares da tipologia A para o bairro da Malagueira, Álvaro Siza.

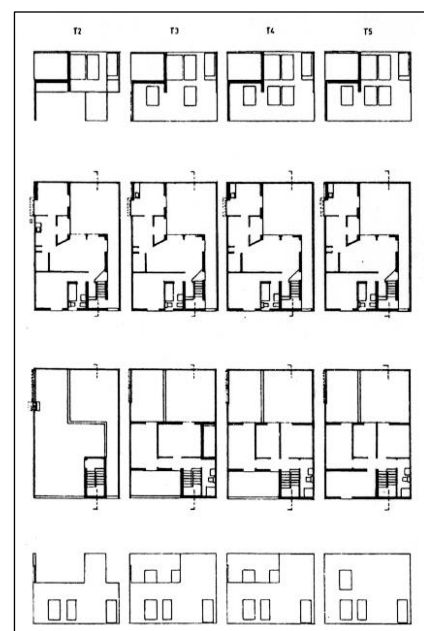


Fig. 60 Variações modulares da tipologia B para o bairro da Malagueira, Álvaro Siza.

⁷⁹ PORTAS, Nuno – *Funções e exigências de áreas da habitação*, p. 6.

uma construção inspirada tanto na cultura como na arquitetura alentejana.

Apesar de se afigurar uma prudente consonância técnica, Siza Vieira preteriu todo o tipo de questões evocadas durante uma produção industrializada em detrimento de uma garantia “*futura de crescimento orgânico do bairro através de um processo de densificação ligado à evolução da tipologia das habitações.*”⁸⁰ Para garantir tal densificação, foi imperativo inverter a tendência monótona imposta por um sistema fechado e centralista - próprio do processo industrial - para que o projeto habitacional se reajustasse consoante as preferências individuais, os hábitos culturais e os processos construtivos devidamente integrados em contexto local.

A sensibilidade às necessidades locais e pessoais da qual Siza se serviu neste particular contexto, demonstra a importância de uma visão populista que crescia na Europa, sobretudo na segunda metade do século XX, em resposta às questões sociais emergentes do pós-guerra.

Michael Shamiyed foi particularmente sensível a esta abordagem, defendendo inclusive a sua influência na introdução de duas novas dimensões na prática da arquitetura desta época.⁸¹ Foram elas, a adoção de formas estruturais vernaculares feita por arquitetos e a possibilidade de integração do cliente no processo de desenho. Ainda que admita a sua pertinência quando empregue de forma equilibrada, não deixa, no entanto, de assumir uma posição crítica à sua tentativa de extrapolação, correndo o risco de tornar um projeto numa manifestação exageradamente populista.

⁸⁰ DUARTE, José Pinto - *Tipo e módulo: uma abordagem ao processo de produção de habitação*, p. 48.

⁸¹ SHAMIYEH, Michael - “Foreword”, in *What People Want. Populism in Architecture and Design*, pp. 25-26.

O plano da Malagueira resultou de um exercício confluyente entre dois pensamentos tendencialmente divergentes. Nele reside uma boa demonstração da capacidade autónoma da disciplina de arquitetura e de um equilíbrio coerente entre a importância da integração da população local no processo de desenho. Foi, de facto, influente o papel que estas participações comunitárias desempenharam no melhoramento dos processos críticos e na transformação do pensamento, tanto do cliente como do arquiteto.

Kenneth Frampton é elucidativo quanto à importância desta prática na arquitetura de Siza, defendendo *“que foi esta experiência intensa e difícil que o levou, em retrospectiva, a acautelar-se contra o populismo simplista do ‘dar tudo o que as pessoas querem’.”*⁸² Com efeito, não apenas Siza mas toda a geração de arquitetos que participaram de forma ativa no processo SAAL, acabariam, na sua generalidade, por alterar a perceção dos arquitetos em relação à natureza social da sua profissão e por introduzir uma nova maneira de refletir a arquitetura em geral, sobretudo os projetos de habitação social.

III.II.III. O módulo estrutural

O plano da Malagueira é constituído por um tecido habitacional contínuo, baixo e denso que estabelece uma relação de proximidade com a cidade muralhada e ajusta-se à variação do terreno devido à grande capacidade de adaptação do seu sistema estrutural.

Composto por uma galeria principal de infraestruturas (assemelhada a um aqueduto) que se distribuem também ao longo dos muros transversais, o sistema estrutural desenvolvido por Siza,

⁸² Traduzido de FRAMPTON, Kenneth - *Poesis and transformation: The Architecture of Alvaro Siza*, p. 12.

caracteriza-se pela destreza com que se ajusta ao terreno, mantendo sempre uma clara definição do seu módulo-base estrutural (Fig. 61). A estruturação das habitações resulta da agregação repetitiva desse módulo estrutural, baseado nas medidas de cada unidade habitacional, criando parcelas de 8 x 12 metros. Cada parcela repete-se ao longo do muro central e simetricamente em relação a este (Fig. 62). Desse esquema resulta um bloco linear de estrutura portante, contínuo, facilmente adaptável ao terreno - tanto no sentido longitudinal como no sentido transversal - e com fachadas devidamente reajustadas à inclinação topográfica.

A flexibilidade desta estrutura estende-se igualmente a parâmetros construtivos, nos quais é assinalável o facto de cada unidade habitacional poder ser construída independentemente, transformando-se e evoluindo através da adição ou subtração de habitações.⁸³ O seu carácter evolutivo e flexível, decorre da sensibilidade de Siza às necessidades individuais da população, o que por si só reflete uma grande aproximação da sua arquitetura às questões locais.

*“O que me interessa na construção de uma cidade é a sua capacidade de transformação, algo semelhante ao crescimento de um ser humano, que desde o seu nascimento possui certas características e uma autonomia suficiente, uma estrutura de base que pode integrar-se sem oferecer resistência às mudanças da vida”*⁸⁴ Esta convicção de Siza salvaguarda o respeito incondicional que devem merecer os sistemas complexos - como são as cidades - resultantes da combinação de fatores, não apenas arquitetónicos, mas também sociais, culturais, temporais, geográficos, políticos, etc.

É fundamental apelar à humildade e à resistência na busca de protagonismo individual dentro de uma estrutura efémera, pois esta

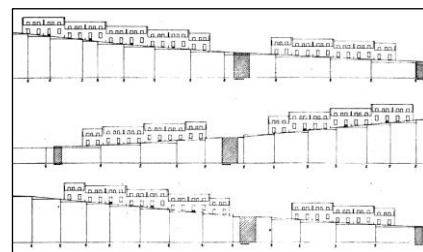


Fig. 61 O reajuste das fachadas ao terreno acentuado mantém uma leitura visual clara do módulo estrutural, que poderia ser individual ou agregado com a habitação adjacente.

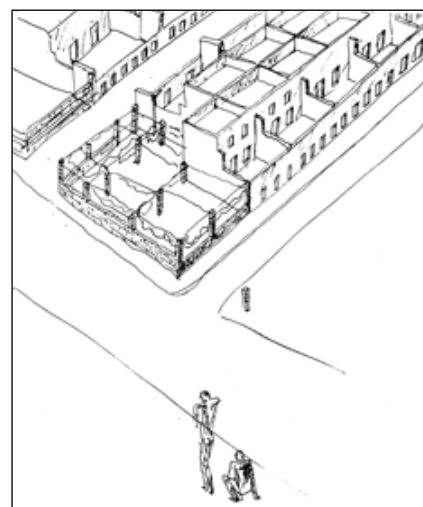


Fig. 62 Esboço de Siza que ilustra a malha estrutural de cada módulo habitacional.

⁸³ Cf. FLECK, Brigitte; PFEIFFER, Günter – *Malagueira: Álvaro Siza in Évora*, pp. 245 e 246.

⁸⁴ Traduzido de *L'Architecture d'Aujourd'hui* n. 278, 1991.

apenas deve funcionar em conjunto e em conformidade com as diferentes vicissitudes presentes em cada geração.

III.II.IV. Diversidade modular

Já aqui defendi, durante o capítulo das *Noções Preliminares*, que a repetição de uma unidade-base (ou módulo) usada para construir um complexo habitacional num determinado espaço não produz necessariamente monotonia. No bairro da Malagueira, o módulo-base de repetição é um retângulo correspondente à parcela habitacional (8 x 12 metros), mas é na sua forma de execução que se registam as diferenças essenciais e que permitem oferecer a este projeto um perfeito equilíbrio entre unidade e diversidade. Em relação a esta questão, Siza afirma que *“a diversidade depende por completo do sentido da proporção, que faz com que um lugar seja interessante... Nos centros históricos, as casas são praticamente todas iguais... As diferenças ocorrem mais subtilmente, a outra escala. Por isso interessa-me muito a proporção, como alternativa à obsessão contemporânea pela inovação total da imagem, o medo da monotonia.”*⁸⁵

As diferenças não devem existir somente nos elementos formais, quando muitas vezes são estes que têm a função de garantir unidade e consistência conceptual perante as irregularidades provocadas pelo terreno ou pelas habituais variações de medidas criadas pela própria tectónica. Como refere Álvaro Siza, as diferenças devem surgir “a outra escala”, a escala da construção, dos mecanismos estruturais que garantem a adaptação às variações topográficas e que em contrapartida

⁸⁵ El Croquis nº 68-69 - *Alvaro Siza 1958-1994*, p. 18.

permitem oferecer ambiências diferentes a cada unidade habitacional.

Neste particular caso, a repetição sucessiva do módulo (8 x 12 metros) obriga, a cada 8 metros, a uma adaptação dos muros transversais que necessitam de se ajustar aos desalinhamentos provocados pelo terreno. Se tivermos em conta que cada unidade habitacional se situa a uma cota diferente, desfrutando de distintas sensações de uma envolvente irregular e a isso juntarmos os gostos pessoais de cada família, que se refletem na decoração interior dos seus espaços privados, concluimos que a monotonia é uma falsa questão levantada em aspetos formais do projeto, nos quais será mais adequado evocar integração, ritmo e unidade.

III.II.V. Evolução tipológica

A importância dos “*procedimentos participativos*” adquiriu um peso tão significativo no desenrolar do projeto, que levou Siza a afirmar que estavam “*acima de todos os processos críticos para a transformação do pensamento, não apenas nas ideias próprias dos habitantes mas também nos conceitos do arquiteto.*”⁸⁶ Esta situação favoreceu uma proximidade às origens vernaculares, um dos aspetos mais responsáveis para o estudo tipológico das unidades habitacionais desta obra e que será de seguida analisado.

O projeto é composto por duas tipologias de habitações, ambas influenciadas pelo modelo típico da casa alentejana detentora de uma simplicidade própria que reflete sobretudo um estilo de vida rústico, adaptado a um meio ambiente rigoroso. De baixa cércea – no qual se destacam as grandes chaminés – a casa alentejana caracteriza-se pela branquidade dos seus muros e

⁸⁶ SIZA, Álvaro; VANLAETHEM, France – *Pour Une Architecture Épurée et Rigoureuse*, p.18.

paredes de cal, pelo piso único que divide, geralmente, um espaço interior pequeno mas prático de um espaço exterior verde e arborizado que oferece proteção contra as altas temperaturas que fustigam a planície alentejana.

Na sua proposta, Siza procura manter o lado mais prático e adaptável da arquitetura popular sem colocar em causa a racionalidade do projeto e as necessidades de cada cliente. As duas tipologias partilham entre si, dois pisos, uma cobertura plana e o facto de ambos se desenvolverem em torno de um pátio em L, elemento no qual se verifica a grande diferença entre ambos. Enquanto no tipo A, o pátio possui uma estreita relação com a rua, no tipo B este posiciona-se no fundo da parcela (Fig. 63). Esta pequena mudança estabelece uma relação específica entre as tipologias e a envolvente. A primeira tipologia assegura uma maior privacidade do seu espaço interior e confere ao pátio um espaço de transição entre a dicotomia público/privado. A segunda, por seu lado, expõe muito mais o seu espaço interior devido ao contacto direto deste com a rua e estabelece ao pátio, um espaço de estar privado unicamente relacionado com a habitação, embora seja assegurada uma ligação com a rua através de uma passagem estreita junto à parede de meação.

Apesar de Siza recorrer poucas vezes à segunda tipologia, é de salientar a sua racionalidade e economicidade que se revelam superiores relativamente à primeira, sobretudo no piso superior, que com uma distribuição central (ao invés da distribuição em L do tipo A) se perfila uma melhor solução para enfrentar questões de organização e de construção.

No que diz respeito à distribuição interior, cada tipologia apresenta três variantes do módulo-base, composto por dois quartos, uma cozinha, um espaço de comer e um espaço de estar organizados no piso inferior e uma cobertura plana no piso superior. As variações acontecem sobretudo no piso superior no

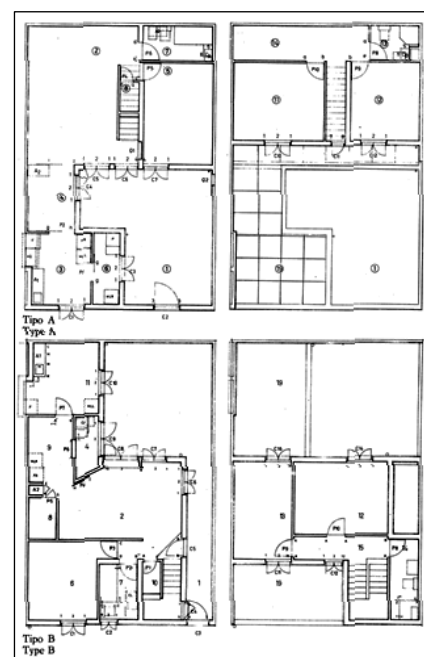


Fig. 63 Plantas do módulo T3 do tipo A (em cima) e B (em baixo), dos pisos 1 (à esquerda) e 2 (à direita).

qual este permite reorganizar-se para suportar desde uma cobertura plana acessível até quatro quartos. No piso inferior, as alterações nas tipologias variantes são mínimas, embora seja nota de destaque a apropriação do espaço do segundo quarto por parte da cozinha permitindo um aumento desta e por conseguinte do espaço de comer. Apesar das possíveis combinações, a distribuição segue uma lógica simples e racional, na qual a proporção dos espaços impõe um equilíbrio fundamental na relação entre os mesmos.

Com o decorrer do projeto a versão inicial do módulo-base acabou por sofrer algumas modificações. As várias reuniões com os clientes e os desvios entre o custo de produção e o orçamentado, foram decisivos para simplificar a versão inicial a um esquema mais económico. É no módulo-base da primeira tipologia que acontece uma maior evolução (Fig. 64), sobretudo a clara divisão da parcela em duas superfícies praticamente idênticas (interior e exterior). Verificou-se uma redução significativa da cobertura, das paredes em contato com o exterior e da grande chaminé, comum à parcela adjacente. Por outro lado, foi possível aumentar a superfície do pátio, cujo espaço evoluiu de um formato em L para um retângulo.

A combinação modular executada por Siza na variação de tipologias, é de facto um dos aspetos que melhor correspondem à essência desta ferramenta na arquitetura. Como pudemos constatar, esta noção já havia sido muito recorrida pelos povos primitivos⁸⁷ através da estruturação hierárquica que organizava as suas comunidades. As diferentes posições comunitárias geravam diferentes necessidades que tinham de ser correspondidas com pequenas variações efetuadas dentro da mesma tipificação arquitetónica. Esta capacidade de gerar diferentes respostas às necessidades efetivas de classes sociais ou de posições hierárquicas

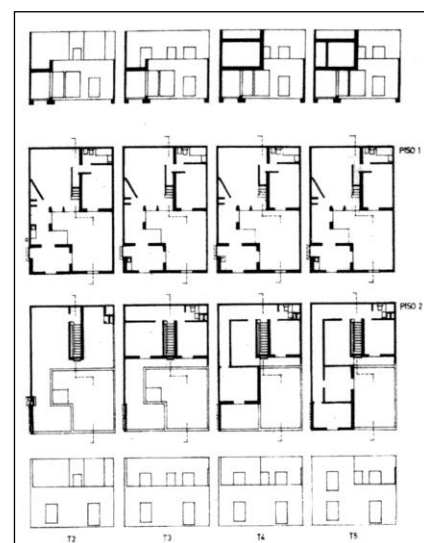


Fig. 64 Primeira versão das 4 variações modulares da tipologia A.

⁸⁷ Consultar subcapítulo “I.II.I. Sociedades primitivas” para melhor aprofundamento do tema.

dísparos, sem comprometer todo um conceito projetual e um sistema de produção, garante logo à partida, a flexibilidade formal das habitações. Siza não só conseguiu aplicar esse aspeto muito bem como o fez na medida exata, deixando-se levar mais pela natureza do projeto do que pela natureza do sistema de produção.

III.II.VI. Composição modular dos alçados

É conhecido o papel que os alçados representam no equilíbrio visual de qualquer projeto, porém esta particularidade torna-se ainda mais evidente quando se trata de habitação coletiva devido ao impacto social que estabelece com a população em questão.

O bairro da Malagueira apresenta, para além da já analisada evolução tipológica, uma variação nos alçados, exteriorizada sobretudo na altura do muro com relação direta aos arruamentos. Inicialmente, Siza tinha previsto um muro frontal com uma altura comum de 3,50 m, porém essa medida acabou por ser levada para o projeto final, com mais duas variantes: 2,25 m e 1,50 m (Figs. 65 a 67). A decisão de construir muros mais baixos teve que ver com a expressão de intimidade criada entre o público e o privado, preferido por uma classe mais populista na qual as fortes relações sociais faziam parte do seu quotidiano. Ao invés, uma grande parte dos residentes pertencentes à classe média-alta optou por uma maior intimidade no pátio e um melhoramento no conforto climático, conseguido com um muro mais alto. O muro comunitário, para além da coesão visual que garante aos módulos em banda, é também um instrumento social importante na leitura do projeto: *“(...) as três alturas dos muros da Malagueira juntam-se à diversidade tipológica das casas para oferecer uma escolha adicional em termos de intimidade e de relações sociais. (...) a variação na altura do muro do pátio oferece uma escolha entre*



Fig. 65 O muro de 3,5 m assegura a privacidade do módulo e confere à fachada uma superfície mais compacta.



Fig. 66 A variante da altura 2,25 m permite um maior desafoço visual mas mantém a privacidade do pátio.

uma casa introvertida e uma casa que abre para a rua; por fim, o equilíbrio entre unidade e diversidade é atingido.”⁸⁸

Quanto à configuração dos vãos, é feita de forma repetitiva ao longo dos muros comunitários, marcando um ritmo visual equilibrado conseguido através do alinhamento horizontal (normalmente do lintel) dos respetivos vãos e do alinhamento vertical (de uma das ombreiras) com os vãos do piso superior. O alinhamento horizontal dos vãos pode variar em função do declive topográfico – pode ser reajustado a cada uma, duas ou três parcelas – criando diferentes dinâmicas capazes de romper com qualquer sentimento de monotonia associado a este tipo de habitação (Fig. 65).

A denticulação no limite superior do muro comunitário, observada, por vezes, no desenho da fachada, resulta da mesma necessidade de que são sujeitos os vãos, em se reajustarem horizontalmente à inclinação do terreno. Este recorte visual próprio é acentuado com a introdução das grandes chaminés de serviço, comuns a duas casas adjacentes (Fig. 68). É criado um aspeto visual interessante na medida em que acaba por reforçar aquilo que o muro não faz com a mesma clareza, isto é, definir visualmente as dimensões dos módulos. A introdução deste elemento vertical junto à fachada, não é apenas pela sua coerência rítmica mas também, e sobretudo, por ser uma referência consciente da arquitetura vernacular alentejana (Fig. 69).

Apesar do vocabulário modesto usado, é assinalável a dinâmica visual das fachadas, que por si só é capaz de combater qualquer sugestão de monotonia visual. Pelo contrário, Siza procurou demonstrar nos alçados da Malagueira, uma harmonia e uma gramática visual equilibrada com a mesma racionalidade que se serviu no resto do projeto.



Fig. 67 O muro com a altura de 1,50 m consente uma maior exposição ao sol e ao espaço público.



Fig. 68 Ritmo visual acentuado pela verticalidade das chaminés e pelo recorte dos muros.



Fig. 69 Habitação em banda, em Alter do Chão, Alentejo.

⁸⁸ FLECK, Brigitte; PFEIFFER, Günter – *Malagueira: Álvaro Siza in Évora*, pp. 234 e 237.

III.II.VII. O módulo construtivo

Existe uma certa racionalidade transversal às diversas fases do projeto e que se torna proeminente do ponto de vista construtivo. O sistema construtivo responsável pela edificação das unidades habitacionais no bairro da Malagueira, não é mais do que um sistema complementar da padronização que caracteriza todo o complexo.

O esquema construtivo que permite o suporte das lajes e o levantamento das paredes é composto por um reticulado de vigas prefabricadas, espaçadas por 60 cm e apoiadas em paredes de suporte que não se distanciam por mais de 5 m. O material usado na construção da maioria do projeto é o bloco de cimento prefabricado de 20 cm de espessura, sendo que nas paredes interiores apresenta duas variantes - 10 cm e 7,5 cm. Em contraste com o resto do projeto que é revestido por reboco branco, o módulo construtivo é deixado à vista na “conduta”⁸⁹. O efeito visual criado pode ser lido de duas maneiras, uma projetual e outra simbólica. Por um lado destaca um elemento ligado à cultura alentejana (os aquedutos), por outro representa uma posição mais autêntica e austera da realidade social em questão (Fig. 70). Ao invés do bloco de cimento, foram ainda considerados outros tipos de materiais construtivos, como o tijolo cerâmico da região e a pedra natural, porém ambos estavam disponíveis em quantidades insuficientes, o que inviabilizou tal hipótese.

É de salientar, no entanto, a utilização pontual de outros materiais na construção do projeto, entre os quais destaco três: o mármore rosa de 2 cm (proveniente de Estremoz) – aplicado nas ombreiras dos vãos; no jardim comunitário – o tijolo cerâmico (30x15x7,5 cm) (Fig. 71) – usado na construção das instalações de



Fig. 70 O módulo construtivo prefabricado é um elemento visual importante na definição dos aquedutos.



Fig. 71 O tijolo cerâmico nos muros do jardim comunitário e o seu contraste cromático com o branco dos módulos habitacionais.

⁸⁹ Cf. SIZA, Álvaro – *Notas sobre o Trabalho em Évora*, pp. 34 – 49.

eletricidade e nos muros do jardim comunitário – e o granito cinza (10x10x10 cm) – colocado nos pavimentos exteriores, ruas e caminhos pedonais.

O aspeto vernacular está mais presente na fase construtiva do que em qualquer outra fase do projeto por razões de economia de execução. Por essa razão apenas, pode-se justificar a predileção por materiais e técnicas locais. Não devemos, no entanto, escamotear o importante fator da integração arquitetónica em contexto local, ou não fosse esse um dos aspetos mais recorrentes no *portfolio* de Siza.

CONCLUSÃO

A partir deste trabalho, podemos facilmente identificar a importância que o módulo pode manifestar nos vários aspetos de uma obra arquitetónica, e a forma diversificada com que é feita essa manifestação. Enquanto elemento racional, o módulo, pode assumir várias representações, sabendo, no entanto, que cada uma delas trabalha para alcançar, em primeiro lugar; o controlo; a eficiência e a sintetização.

A relevância do objeto de estudo deste trabalho é tão significativa que é possível observarmos exemplos da sua aplicação que perduram desde as sociedades primitivas até aos dias de hoje. O que hoje é um dado adquirido na maioria dos projetos arquitetónicos, sejam eles de cariz industrial ou não, no período Neolítico, por exemplo, o funcionamento comunitário dependia de um sistema hierárquico totalmente tipificado porém com a garantia de diversidade formal existente em cada módulo habitável.

O primeiro capítulo foca-se exatamente nessa presença primitiva, quase inconsciente, do módulo mas não sem antes introduzir aquilo que, na minha opinião, são aspetos-chave para iniciar a discussão essencial do trabalho que tem lugar nos restantes dois capítulos, com maior incidência no último. A primeira parte da dissertação reserva-se, portanto, à introdução conceptual e histórica não apenas do módulo e da coordenação modular, mas de outros conceitos inevitavelmente associados, como a prefabricação, a industrialização e a standardização. Após esse escrutínio introdutório destes conceitos, segue-se uma revisão pertinente de alguns exemplos históricos, anteriores ao século XIX, nos quais é possível observar diferentes visões e aplicações do módulo de

acordo com as culturas e épocas em questão. Estes exemplos históricos representam uma parte fundamental para melhor entender a dimensão do módulo, antes e após a Revolução Industrial. Além disso, era importante estabelecer a ideia de que esta evolução decorrente ao longo da história da humanidade, não coloca em causa aquilo que é a verdadeira essência do objeto de estudo.

No segundo capítulo observamos um estudo mais aprofundado sobre as implicações da Revolução Industrial na arquitetura dos séculos XIX e XX. São abordados vários aspetos de enorme validade, todos com a intenção de mostrar as vantagens e desvantagens de um sistema totalmente industrializado. Numa primeira fase é feito um enquadramento histórico do início da Revolução Industrial - nos séculos XVIII e XIX – no qual são visíveis as dificuldades que os arquitetos tiveram em conseguir transpor para habitação plurifamiliar, um sistema de produção virado para a repetição em série de elementos fabricados em grandes quantidades. São destacadas algumas experiências de complexos habitacionais que sofreram de problemas como; condições pouco salubres; a monotonia visual; e a pouca expressão formal e material. Com a introdução da denominada “arquitetura do ferro e do vidro”, no século XIX, inicia-se um período de viragem e determinante na arquitetura do próximo século, permitindo aos arquitetos uma maior flexibilidade na composição técnica e construtiva dos edifícios.

Na segunda fase, deste segundo capítulo, o foco vira-se mais para as experiências executadas nos dois pós-guerras devido à importância e à urgência com que deviam ser planeadas. Resultantes da maturação adquirida no último século, as propostas do século XX, denotam uma maior harmonia entre a indústria, arquitetura e construção, nomeadamente no que à habitação diz respeito. Para isso contribui muito Henry Ford, responsável por

aplicar os princípios de produção em série de Frederick Taylor na sua fábrica automóvel, exemplo de eficiência produtiva e redução de custos. Em resultado, surgiram projetos e estudos arquitetónicos interessantes com uma forte conotação modular e industrial, sendo de destacar alguns autores, como Walter Gropius, Hans Schimdt, Peter Oud e sobretudo Le Corbusier. O arquiteto suíço foi provavelmente aquele que melhor soube explorar as potencialidades do módulo e da construção prefabricada, alterando não só alguns princípios da construção aplicados na habitação plurifamiliar, mas também princípios de organização e de comunicação de espaços.

O terceiro e último capítulo representam uma análise mais pessoal e específica da aplicação modular dentro daquilo que é discutido nos dois capítulos precedentes. É introduzido um caso de estudo em contexto português; o projeto de Álvaro Siza para o bairro da Malagueira. A contextualização da obra, na realidade europeia e portuguesa, é devidamente enquadrada e precede a sua análise mais detalhada, objetivo no qual reside a essência da dissertação. Aqui, é de salientar a forma como o arquiteto conseguiu suprimir as exigências de uma realidade muito particular, recorrendo a uma racionalização projetual desde o início. As transigências do arquiteto são aqui colocadas à prova, devido às variadas necessidades com que o mesmo teve de lidar. Não apenas com os próprios moradores mas também com a mão-de-obra local. Um pouco à luz daquilo que fizeram Le Corbusier com as suas *Unidades de Habitação*, Walter Gropius e Mies Van der Rohe no bairro de *Weissenhofsiedlung*, Siza serve-se igualmente da estruturação modular para garantir eficiência racional nas várias fases do seu projeto: estrutura; organização interior; evolução tipológica; composição dos alçados e materiais construtivos.

*“Malagueira não é uma contradição ao desenho da cidade de Évora, mas antes uma extensão orgânica da cidade histórica numa nova forma. Álvaro Siza segue Évora ao respeitar as suas características. Na realidade, ele torna-as a base indispensável do seu desenho. Assim ele garante o sucesso, ao resolver uma natural mas difícil situação através de um planeamento e uma edificação de qualidade.”*⁹⁰ A adaptação dos módulos habitacionais ao contexto local é feita por Siza a um nível que implica um conhecimento profundo, não apenas dos seus próprios limites mas sobretudo do território alentejano. A sinuosidade e a elegância com que acompanham o declive topográfico exemplificam um respeito notável pelas raízes locais que é transportado para o aspeto técnico e construtivo do projeto: *“ele (Álvaro Siza) criou um vocabulário autêntico de forma e material que apenas o observador mais atento poderá notar que os fragmentos de parede, simples patamares e assentos de pedra pertencem a uma arquitetura criada artificialmente.”*⁹¹

O bairro da Malagueira é um manifesto da arquitetura habitacional do qual gera um conflito crítico e pertinente na opinião pública, questiona preconceitos e impõe desafios à própria arquitetura ao introduzir um sistema modular dentro de um meio de produção, maioritariamente, artesanal. O aspeto cúbico dos módulos brancos e a repetição de diferentes formas de comunicação entre o público e privado, sem esquecer a participação comunitária no desenrolar do projeto e o aspeto brutalista do módulo construtivo deixado à vista nos aquedutos, fazem parte de um leque de parâmetros que colocam este projeto no pedestal da habitação social em Portugal e na Europa.

⁹⁰ FLECK, Brigitte; PFEIFFER, Günter – *Malagueira: Álvaro Siza in Évora*, p. 12.

⁹¹ *Ibidem*, p. 251.

BIBLIOGRAFIA

PUBLICAÇÕES

- _AGUILA GARCIA, Alfonso del - *Las tecnologías de la industrialización de los edificios de vivienda*, Madrid: C.O.A.M., [Cop. 1986-1988].
- _ASHTON, Thomas S. - *La rivoluzione industriale 1760-1830*, 2 ed. Laterza: collana Economica Laterza, 2006.
- _AYMONINO, Carlo - *La vivienda racional. Ponencias de los Congresos CIAM 1929-1930*, Barcelona: Gustavo Gili, 1976.
- _BEMIS, Albert Farwell - *The evolving house*, Technology Press, Cambridge, Mass, 1933.
- _BENEVOLO, Leonardo - *História de la arquitectura moderna*, 5ª ed. Barcelona : Gustavo Gili, 1982.
- _CAPORIONI, [et al] - *La coordinación modular*, Barcelona : Gustavo Gili, 1971.
- _CORBUSIER, Le - *Le modular*, Lisboa : Orfeu Negro, 1ª edição portuguesa, 2010.
- _CORBUSIER, Le - *Por uma Arquitetura*, 5ª ed. São Paulo : Perspectiva, 1998.
- _DUARTE, José Pinto - *Tipo e módulo : uma abordagem ao processo de produção de habitação*, 1ª ed. Lisboa: L.N.E.C., 1995.
- _EL CROQUIS 68/69. *Alvaro Siza 1958-1994*, periódico nº 68/69, El Croquis Editorial, Madrid, 1997.
- _ELEB-VIDAL, Monique; CHATELET, Anne-Marie; MANDOUL, Thierry - *Penser l'habité. Le logement en question*, Paris, Pierre Mardaga éditeur, 1988.
- _FILIFE, Ana; BRANCO, Fernando; Duarte, José – “O sistema modular ALFF” in *Arquitectura e Vida*, nº 62, Julho/Agosto 2005.
- _FLECK, Brigitte; PFEIFFER, Günter - *Malagueira: Álvaro Siza in Évora*, Freiburg: Verlag publ., 2013.
- _FRAMPTON, Kenneth - *Modern architecture: a critical history*, 2nd ed. London: Thames and Hudson, 1985.
- _FRAMPTON, Kenneth - “Poesis and Transformation: The Architecture of Álvaro Siza” in Pierluigi Nicolini, *Álvaro Siza: Poetic Profession*, Rizzoli, New York, 1986.
- _FRUCTUÓS, Mana - *Alternativas a la construcción convencional de viviendas*, ITEC – Institut de Tecnologia de la Construcción de Catalunya, 2002.
- _GAUSA, Manuel - *Housing ; Singular housing : nuevas alternativas, nuevos sistemas : el dominio privado*, Barcelona : GG, 2002.
- _GILI Galfetti, Gustau - *Pisos piloto : células domésticas experimentales*, Barcelona : Gustavo Gili, 1997.
- _GOZZOLI, Maria C. – *Como reconhecer a arte Gótica*, Lisboa, Edições 70, 2005.
- _GÖSSEL, Peter - *Arquitectura no século XX*, Köln : Taschen, 1996.
- _GRIFFINI, E. A. - *Construcción racional de la casa*, Barcelona : Hoepli, 1950.
- _GUIDONI, Enrico - *Primitive architecture*, translated by Robert Erich Wolf, New York : Harry N. Abrams, 1978.
- _HABRAKEN, N. J. - *El diseño de soportes*, Barcelona : Gustavo Gili, 1979.
- _HABRAKEN, N. J. - *Housing for the millions*, Rotterdam : NAI Publishers, 2000.

- _KEPES, Gyorgy - *Module, proportion, symetry, rhythm*, 2nd ed . New York : George Braziller, 1966.
- _KRONENBERG, Robert - *Transportable enviroments : theory, context design and technology*, 1st ed. London: Spon Press, 1998.
- _L'Architecture d'Aujourd'hui n. 278, ed. Architecture d'aujourd'hui (L'), magazine n. 278, décembre 1991.
- _MARTÍ ARÍS, Carlos - *Las formas de la residência en la ciudad moderna : vivienda y ciudad en la Europa de entreguerras*, 2ª ed . Barcelona : Ed. UPC, 2000.
- _MARTIN, Bruce - "Modular Design Information Sheet 2", in *Architectural Design*, Março 1959.
- _MOLTENI, Enrico - *Álvaro Siza: Barrio de la Malagueira, Évora*, Barcelona: Ediciones UPC, 1997.
- _MONESTIROLI, Antonio - *La arquitectura de la realidade*, 1ª ed . Barcelona : Ediciones del Serbal, 1993.
- _MONTANER, Josep Maria - *Depois do movimento moderno : arquitetura da segunda metade do século XX*, Barcelona: GG, cop. 2001.
- _MOTA, Nelson - *Between Populism and Dogma: Álvaro Siza's Third Way*, TU Delft, Delft School of Design, 2011.
- _OTTO, Frei [et al] - *Arquitectura adaptable*, Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1979.
- _PORTAS, Nuno - *Funções e exigências de áreas da habitação*, Informação técnica de Edifícios 4, Lisboa, MOP, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Fevereiro 1969.
- _PORTAS, Nuno - *Los Programas Residenciales*.In: "Portugal, Arquitectura, los últimos 20 anos", Electa, Barcelona, 1992.
- _RYKWERT, Joseph – "On Adam's House" in *Paradise*, 2nd edition, USA: MIT Press, 1981.
- _SANTOS, José Paulo dos - *Álvaro Siza: Obras y Proyectos, 1954-1992*, GG,1993.
- _SCHMIDT, Hans - *Contributi all' architettura 1924-1964*, Franco Angeli Editore, 1974.
- _SEBESTYEN, Gyula - *Construction - Craft to Industry*, Taylor & Francis, 2003.
- _SHAMIYEH, Michael - "Foreword", in *What People Want. Populism in Architecture and Design*, ed. Michael Shamiyeh, Basel: Birkhauser, 2005.
- _SINGER, Charles - *A History of Technology*, vol. V, Oxford : Clarendon Press, 1980-1984.
- _SIZA, Álvaro - *Notas sobre o Trabalho em Évora*, Arquitectura, 4, nº 132, 1979.
- _SIZA, Álvaro; VANLAETHEM, France - *Pour Une Architecture Épurée et Rigoureuse*, ARQ: Architecture/Québec nr 14, August.
- _SMITH, Elizabeth - *Case study houses : the complete csh program, 1945-1966*. Köln : Taschen, 2002.
- _STING, Hellmuth - *Módulo de viviendas y grupo residencial : tipologias*, Barcelona : Ed. GG, 1972.
- _SUDJIC, Deyan - *Home : the twentieth-century house*, London : Laurence King, cop. 1999.
- _WALTER, Gropius [et al] - *Bauhaus 1919-1928*, Boston, 1956.
- _WALTER, Gropius - *La nueva arquitectura y la Bauhaus*, trad. Benjamín Dávila, ed. Lumen, Barcelona, 1966.
- _WRIGHT, Frank Lloyd - *Io e l'architettura*, Arnoldo Mondadori Editore, 1955.
- _ZEVI, Bruno - *Historia de la arquitectura moderna*, Barcelona : Poseidon, [cop.1980].
- _ZEVI, Bruno - *Poetica dell'architettura neoplasticista : il linguaggio della scomposizione quadrimensionale*, 2ª ed . Torino : Giulio Einaudi, 1974.

TRABALHOS ACADÉMICOS

_BARBOSA, Maria Gabriela Barbeitos de Castro Nunes - *Standard, pré-fabricação e arquitectura : conceitos e preconceitos*, Porto: Faup, 2001.

_BATEIRA, Nuno - *Arquitectura efémera*, Porto: Faup, 2003.

_COSTA, Pedro Joel Loureiro da - *Sistemas modulares : do lugar ao projeto*, Porto: Faup, 2012.

_FREIRE, António José Neto - *A arquitectura como espaço modular*, Covilhã : Universidade da beira interior, 2009.

_FREITAS, Susana Fernandes - *Arquitectura e ecologia : modular system : uma abordagem ecológica*, Porto: Faup, 2009, Ano lectivo 2008/2009.

_JORGE, Pedro Fonseca - *A célula mínima na experiência da habitação de custos controlados*, Porto: Faup, 2011.

_LAMEIRA, Maria Gisela Antunes - *A condição experimental da habitação contemporânea : adaptabilidade e dimensões na habitação plurifamiliar*, Porto: Faup, 2002.

_LIMA, Ana - *Habitação mínima e apropriação do espaço: o bairro Rainha D. Leonor*, Porto: Faup, 2012.

_TOMÉ, Ana Sofia Gonçalves - *Arquitecturas de pré-fabricação : o fenómeno do contentor habitável*, Porto: Faup, 2006.

_VINAGRE, João Delgado - *A habitação enquanto módulo disciplinar na arquitectura*, Porto: Faup, 2000.

REFERÊNCIAS DIGITAIS

_<https://books.google.pt/>

_<http://boomingamerica.weebly.com/fords-model-t.html>

_<http://casasprefab.blogspot.pt/2011/01/20-fantasticas-casas-ecologicas-pre.html>

_http://classiques.uqac.ca/classiques/fourier_charles/nouveau_monde/plans_phalansteres/nouveau_monde_plan_1.html

_https://commons.wikimedia.org/wiki/Main_Page

_https://en.wikibooks.org/wiki/Main_Page

_https://en.wikiarquitectura.com/index.php/Main_Page

_https://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page

_ http://home.fa.ulisboa.pt/~miarq4p5/2011-12/Course_Programs/0_Projecto%20-%20Arch%20Design%20IV/1_Turma%20A/Shape_Grammars/2_Malagueira%20grammar/2005_Towards_the_mass_customization_of_housing_EPB05.pdf

_http://home.fa.utl.pt/~jduarte/malag/Plan/plan_Open.html

_http://housingprototypes.org/project?File_No=POR003

_<http://projets-architecte-urbanisme.fr/cite-radieuse-corbusier-marseille-modulor/>

_<https://vakkum.com/2014/07/06/1977habitacao-social-quinta-da-malagueirasiza-vieira/>

[_http://www.archdaily.com.br/br/01-49523/classicos-da-arquitetura-quinta-da-malagueira-alvaro-siza](http://www.archdaily.com.br/br/01-49523/classicos-da-arquitetura-quinta-da-malagueira-alvaro-siza)

[_http://www.contrepoints.org/2011/08/07/38955-charles-fourier-et-le-phalanstere](http://www.contrepoints.org/2011/08/07/38955-charles-fourier-et-le-phalanstere)

[_http://www.dw.com/pt/not%C3%ADcias/s-7](http://www.dw.com/pt/not%C3%ADcias/s-7)

[_http://www.fondationlecorbusier.fr/](http://www.fondationlecorbusier.fr/)

[_http://www.priberam.pt/](http://www.priberam.pt/)

[_http://www.workhouses.org.uk/model/](http://www.workhouses.org.uk/model/)

[_http://www.slideshare.net/javiernagore6/walter-gropius-la-nueva-arquitectura](http://www.slideshare.net/javiernagore6/walter-gropius-la-nueva-arquitectura)

[_http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquiteturismo/10.110/6016](http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquiteturismo/10.110/6016)

CRÉDITOS DAS FIGURAS

I.II. EXEMPLOS PRÁTICOS DA APLICAÇÃO DO MÓDULO NA ARQUITETURA

- 1_RYKWERT, Joseph – “On Adam’s House” in *Paradise*, 2nd edition, USA: MIT Press, 1981, p. 65.
- 2_GUIDONI, Enrico - *Primitive architecture*, translated by Robert Erich Wolf, New York : Harry N. Abrams, 1978, p. 37.
- 3_DUARTE, José Pinto - *Tipo e módulo : uma abordagem ao processo de produção de habitação*, 1ªed. Lisboa: L.N.E.C., 1995, p. 27.
- 4_<https://en.wikipedia.org/wiki/Parthenon>
- 5_KEPES, Gyorgy - *Module, proportion, symmetry, rhythm*, 2nd ed . New York : George Braziller, 1966, p. 102.
- 6_https://pt.wikipedia.org/wiki/Ordem_dórica
- 7_KEPES, Gyorgy - *Module, proportion, symmetry, rhythm*, 2nd ed . New York : George Braziller, 1966, p. 106.
- 8_KEPES, Gyorgy - *Module, proportion, symmetry, rhythm*, 2nd ed . New York : George Braziller, 1966, p. 107.
- 9_http://1.bp.blogspot.com/-FMGifbEbrCM/VOpP7FY-eol/AAAAAAAAAM4/cowv3z8_luk/s1600/Sem%2Bt%C3%ADtulo7.png
- 10_GOZZOLI, Maria C. – *Como reconhecer a arte Gótica*, Lisboa, Edições 70, 2005.
- 11_http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/editor2/historias_engenharia/ing89_3.jpg
- 12_https://pt.wikipedia.org/wiki/Gaiola_pombalina
- 13_<http://pt.slideshare.net/AiCEi/plano-da-baixa-pombalina-250-anos-depois-lisboa>

II.I. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO: A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL (séc. XVIII e XIX)

- 14_https://pt.wikipedia.org/wiki/Ordem_arquitet%C3%B3nica
- 15_https://en.wikipedia.org/wiki/Vitruvian_Man
- 16_<http://www.workhouses.org.uk/model/>
- 17_BENEVOLO, Leonardo - *História de la arquitectura moderna*, 5ª ed . Barcelona : Gustavo Gili, 1982, p. 84.
- 18_BENEVOLO, Leonardo - *História de la arquitectura moderna*, 5ª ed . Barcelona : Gustavo Gili, 1982, p. 137 e p. 140.
- 19_DUARTE, José Pinto - *Tipo e módulo : uma abordagem ao processo de produção de habitação*, 1ªed. Lisboa: L.N.E.C., 1995, p. 37.
- 20_DUARTE, José Pinto - *Tipo e módulo : uma abordagem ao processo de produção de habitação*, 1ªed. Lisboa: L.N.E.C., 1995, p. 37.
- 21_<https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Phalanst%C3%A8re>
- 22_FRAMPTON, Kenneth - *Modern architecture: a critical history*, 2nd ed. London: Thames and Hudson, 1985, p. 22.

II.II. A INDUSTRIALIZAÇÃO DA HABITAÇÃO DO SÉC. XX: AS EXPERIÊNCIAS DOS PÓS-GUERRAS

23_ https://pt.wikipedia.org/wiki/Ford_Model_T

24_ <https://misfitsarchitecture.com/tag/georg-muche/>

25_DUARTE, José Pinto - *Tipo e módulo : uma abordagem ao processo de produção de habitação*, 1ªed. Lisboa: L.N.E.C., 1995, p. 39.

26_DUARTE, José Pinto - *Tipo e módulo : uma abordagem ao processo de produção de habitação*, 1ªed. Lisboa: L.N.E.C., 1995, p. 39.

27_FRAMPTON, Kenneth - *Modern architecture: a critical history*, 2nd ed. London: Thames and Hudson, 1985, p. 153.

28_ https://en.wikiarquitectura.com/index.php/Maison_Citr%C3%B6han

29_MARTÍ ARÍS, Carlos - *Las formas de la residència en la ciudad moderna : vivienda y ciudad en la Europa de entreguerras*, 2ª ed . Barcelona : Ed. UPC, 2000, p. 46.

30_MARTÍ ARÍS, Carlos - *Las formas de la residència en la ciudad moderna : vivienda y ciudad en la Europa de entreguerras*, 2ª ed . Barcelona : Ed. UPC, 2000, p. 46.

31_SCHMIDT, Hans - *Contributi all' architettura 1924-1964*, Franco Angeli Editore, 1974, pp. 116-117.

32_SCHMIDT, Hans - *Contributi all' architettura 1924-1964*, Franco Angeli Editore, 1974, p. 105.

33_BENEVOLO, Leonardo - *História de la arquitectura moderna*, 5ª ed . Barcelona : Gustavo Gili, 1982, p. 504.

34_BENEVOLO, Leonardo - *História de la arquitectura moderna*, 5ª ed . Barcelona : Gustavo Gili, 1982, p. 507.

35_BENEVOLO, Leonardo - *História de la arquitectura moderna*, 5ª ed . Barcelona : Gustavo Gili, 1982, p. 808.

36_ <http://www.fondationlecorbusier.fr/>

37_BENEVOLO, Leonardo - *História de la arquitectura moderna*, 5ª ed . Barcelona : Gustavo Gili, 1982, p. 812.

38_ <http://projets-architecte-urbanisme.fr/cite-radieuse-corbusier-marseille-modulor/>

39_CORBUSIER, Le - *Le modulor*, Lisboa : Orfeu Negro, 1ª edição portuguesa, 2010, p. 266.

40_BENEVOLO, Leonardo - *História de la arquitectura moderna*, 5ª ed . Barcelona : Gustavo Gili, 1982, p. 719.

41_BENEVOLO, Leonardo - *História de la arquitectura moderna*, 5ª ed . Barcelona : Gustavo Gili, 1982, p. 719.

42_OTTO, Frei [et al] - *Arquitectura adaptable*, Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1979, p. 31.

43_SMITH, Elizabeth - *Case study houses : the complete csh program, 1945-1966*. Köln : Taschen, 2002, p. 89.

44_SMITH, Elizabeth - *Case study houses : the complete csh program, 1945-1966*. Köln : Taschen, 2002, p. 285.

45_BENEVOLO, Leonardo - *História de la arquitectura moderna*, 5ª ed . Barcelona : Gustavo Gili, 1982, p. 722.

46_BENEVOLO, Leonardo - *História de la arquitectura moderna*, 5ª ed . Barcelona : Gustavo Gili, 1982, pp. 521-529.

47_BENEVOLO, Leonardo - *História de la arquitectura moderna*, 5ª ed . Barcelona : Gustavo Gili, 1982, pp. 521-529.

48_BENEVOLO, Leonardo - *História de la arquitectura moderna*, 5ª ed . Barcelona : Gustavo Gili, 1982, pp. 521-529

49_FRAMPTON, Kenneth - *Modern architecture: a critical history*, 2nd ed. London: Thames and Hudson, 1985, p. 234.

50_FRAMPTON, Kenneth - *Modern architecture: a critical history*, 2nd ed. London: Thames and Hudson, 1985, p. 234.

51_ <https://pt.pinterest.com/pin/46879664243333612/>

52_ <http://www.jnto.go.jp/eng/indepth/cultural/experience/a.html>

53_ <https://en.wikipedia.org/wiki/Tatami>

54_ <https://en.wikipedia.org/wiki/Tatami>

III.I. APLICAÇÃO RACIONAL DO MÓDULO NO PROGRAMA HABITACIONAL

55_ CORBUSIER, Le - *Le modular*, Lisboa : Orfeu Negro, 1ª edição portuguesa, 2010, p. 71.

56_ http://roberto-furnari.blogspot.pt/2014/01/proporcao-aurea_28.html

57_ CAPORIONI, [et al] - *La coordinación modular*. Barcelona : Gustavo Gili, 1971, p. 83.

58_ CAPORIONI, [et al] - *La coordinación modular*. Barcelona : Gustavo Gili, 1971, p. 84.

III.II. CASO DE ESTUDO: O BAIRRO DA MALAGUEIRA EM ÉVORA

59_ DUARTE, José Pinto - *Tipo e módulo : uma abordagem ao processo de produção de habitação*, 1ªed. Lisboa: L.N.E.C., 1995, p. 50.

60_ DUARTE, José Pinto - *Tipo e módulo : uma abordagem ao processo de produção de habitação*, 1ªed. Lisboa: L.N.E.C., 1995, p. 50.

61_ MOLTENI, Enrico - *Álvaro Siza: Barrio de la Malagueira, Évora*, Barcelona: Ediciones UPC, 1997, p. 85.

62_ <https://vakkum.com/2014/07/06/1977habitacao-social-quinta-da-malagueirasiza-vieira/>

63_ <https://vakkum.com/2014/07/06/1977habitacao-social-quinta-da-malagueirasiza-vieira/>

64_ MOLTENI, Enrico - *Álvaro Siza: Barrio de la Malagueira, Évora*, Barcelona: Ediciones UPC, 1997, p. 80.

65_ MOTA, Nelson - *Between Populism and Dogma: Álvaro Siza's Third Way*, TU Delft, Delft School of Design, 2011, pag 45.

66_ FLECK, Brigitte; PFEIFFER, Günter – *Malagueira: Álvaro Siza in Évora*, Freiburg: Verlag publ., 2013, p. 232.

67_ FLECK, Brigitte; PFEIFFER, Günter – *Malagueira: Álvaro Siza in Évora*, Freiburg: Verlag publ., 2013, p. 250.

68_ FLECK, Brigitte; PFEIFFER, Günter – *Malagueira: Álvaro Siza in Évora*, Freiburg: Verlag publ., 2013, p. 243.

69_ FLECK, Brigitte; PFEIFFER, Günter – *Malagueira: Álvaro Siza in Évora*, Freiburg: Verlag publ., 2013, p. 242.

70_ <https://vakkum.com/2014/07/06/1977habitacao-social-quinta-da-malagueirasiza-vieira/>

71_ http://www.vitruvius.com.br/media/images/magazines/grid_12/84e2012d9bb1_osnildo20.jpg